NOTICE SUR LES TITRES

ET

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. le Dr RENÉ MARAGE

DOCTEUR EN MÉDECINE ET DOCTEUR ES SCIENCES

PARIS

MASSON & Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, Boulevard Saint-Germain

TITRES

1877. — Bachelier ès lettres.

1878. — Bachelier ès sciences.

1881. — Licencié ès sciences physiques.

1882. — Licencié ès sciences naturelles.

1887. — Docteur en médecine de la Faculté de Paris.

1889. — Docteur ès sciences naturelles (Sorbonne).

ENSEIGNEMENT

1898. — Conférences à la Sorbonne dans l'amphithéâtre de physiologie générale.

1904-1907 Cours libre de Physique biologique à la Sorbonne.

PRIX

1887. — Lauréat de la Faculté de médecine de Paris (Médaille de bronze). Sympathique des oiseaux.

1889. — Récompense de la Faculté de médecine (prix Barbier). Sphygmographe.

1897. — Mention très honorable (Prix Buignet) Académie de médecine. Étude des cornets acoustiques par la photographie des flammes de Kœnig.

1898. — Prix Barbier (Faculté de médecine). Cornet acoustique.

1900. — Lauréat de l'Institut (Prix Barhier). Théorie de la formation des voyelles.

1900. — Prix Barbier (Faculté de médecine). Acoumètre.

1902 - Prix Meynot (Académie de Médecine) Travaux sur l'Audition.

SOCIÉTÉS SAVANTES

1892. — Membre du conseil de la Société française de physique.

1892. — Membre de la Société chimique de Paris.

1904 - Membre de la Société philomatique.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DIVISION

On peut les diviser en trois classes : la première comprendra les travaux d'anatomie ; la seconde, les travaux de physique biologique ; enfin, dans la troisième, nous rangerons les applications médicales.

PREMIÈRE PARTIE. — TRAVAUX D'ANATOMIE

DEUXIÈME PARTIE. — TRAVAUX DE PHYSIQUE BIOLOGIQUE

Travaux sur la phonation.

Travaux sur l'audition.

TROISIÈME PARTIE. — **APPLICATIONS MÉDICALES.**

PREMIÈRE PARTIE

TRAVAUX D'ANATOMIE

1. — CONTRIBUTION A L'ANATOMIE DESCRIPTIVE DU SYMPATHIQUE THORACIQUE ET ABDOMINAL CHEZ LES OISEAUX (1).

Les oiseaux forment une classe très homogène; il semble donc, à première vue, que les différences qui se rencontrent, dans le grand sympathique des divers ordres, doivent être peu importantes.

Cependant, ces diversités existent; si elles sont peu tranchées dans les types d'un même ordre, elles sont très apparentes quand on compare, par exemple, les nerfs d'un palmipède et ceux d'un rapace.

Nous ne nous occupons, dans ce travail, que de l'anatomie descriptive du sympathique thoracique et abdominal.

Afin de bien démontrer la proposition énoncée plus haut, nous étudierons successivement plusieurs types pris dans les ordres suivants : Palmipèdes, Gallinacés, Pigeons, Rapaces.

Les recherches anatomiques ont été faites sur un grand nombre de types; M. Alp. Milne-Edwards avait mis à ma disposition tous les oiseaux qui mouraient au Jardin des plantes et au Jardin d'acclimatation : les sujets n'ont donc pas fait défaut.

(1) In 8° de 68 pages avec 12 figures. Davy, édit., Paris, 1887. Travail couronné par la Faculté de médecine.

Nous reproduisons quelques-uns des dessins contenus dans ce travail : ils permettront d'en suivre plus facilement les conclusions, qui sont les suivantes :

A. — Pneumogastriques.



Fig. 1.

1, trachée ; 2, crosse de l'aorte ; 3, tronc hrachio-céphalique gauche ; 4, ventricule succenturié ; 5, gésier ; 6, aorte ; 7, ovaire.

a, pneumogastrique gauche ; *b*, récurrent ; *c*, *g*, nerfs allant au poumon ; *d*, *h*, *i*, nerfs allant au cœur ; *e*, *f*, récurrent et pneumogastrique droits ; *j*, hranche allant au ventricule succenturié ; *k*, union des deux nerfs vagues ; *l*, union du sympathique (*m*, *n*) et du nerf vague ; *o*, sympathique de l'intestin ; *p*, nerf se rendant à l'ovaire ; *q*, hranche unissant le plexus hrachial au nerf vague ; *r*, nerf allant au poumon.

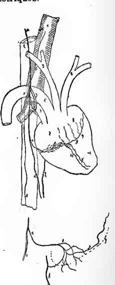


Fig. 2.

1, trachée ; 2, œsophage ; 3 et 4, troncs brachio-céphaliques ; 5, aorte ; 6, veine pulmonaire ; 7, 8, 10, 11, oreillettes et ventricules droits et gauches.

a, pneumogastrique droit ; *b*, récurrent ; *d*, hranches du pneumogastrique enserrant la veine pulmonaire.

e, *f*, *g*, *h*, plexus suivant la séparation des oreillettes et du ventricule.

g', nerfs suivant la ligne de séparation des ventricules.

h', pneumogastrique gauche.

k, nerf parti du récurrent.

1° Le plus souvent, les deux pneumogastriques s'unissent au-dessous du cœur, en avant du ventricule succenturié, puis ils se séparent et se réunissent près du gésier ; ils se ramifient dans cet organe.

2° Toujours, à ce niveau, les deux pneumogastriques s'anastomosent avec les branches parties du sympathique et formant le grand nerf splanchnique, qui fournit un plexus au tronc cœliaque.

3° Les pneumogastriques envoient des branches nombreuses au cœur : ces nerfs suivent, en général, soit le sillon interauriculo-ventriculaire, soit les artères coronaires (canard, faisan).

B. — Nerf intestinal (fig. 3 et 4).

1° Le système nerveux, suivant l'intestin, a des formes très variables ; tantôt il est peu développé et ne présente pas de ganglions apparents (oie, canard) ; tantôt il a le type indiqué par Remak : un ou plusieurs ganglions volumineux, situés dans le mésorectum, donnent naissance à un nerf qui suit l'intestin grêle ; la portion iléo-jéjunale ne présente pas de ganglions apparents, sauf chez le poulet.

2° Le système nerveux intestinal s'anastomose toujours avec le plexus du tronc cœliaque ; mais chez le faisan, il naît directement d'un nerf parti du dernier ganglion thoracique (fig. 3).

3° Chez le faisan, on rencontre parfois un second nerf intestinal, parallèle au

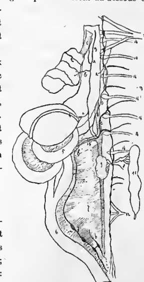


Fig. 3. — Phasianus colchicus (faisan commun).

1, bronche ; 2, poumon ; 3, œsophage ; 4, gésier ; 5, intestin grêle ; 6, gros intestin ; 7, mésorectum ; 8, aorte ; 9, ovaire gauche ; 10, aorte abdominale ; 11, rein ; 12, nerf du membre postérieur ; 13, nerf du membre antérieur ; 14, côtes ; 15, tronc cœliaque.

a, pneumogastrique ; *b*, nerf allant au poumon ; *c*, nerf allant au gésier ; *d*, grand nerf splanchnique ; *e*, second nerf splanchnique s'anastomosant avec le pneumogastrique et le nerf intestinal ; *f*, *g*, *h*, nerf intestinal ; *i*, tronc du sympathique abdominal, envoyant des branches *f*, à l'ovaire *q* et au rein 11 ; des nerfs, se rendant à l'aorte partent de chaque ganglion, ils n'ont pas été marqués sur la figure ; *k*, nerf se rendant au ventricule succenturié.

premier et communiquant avec lui par une commissure entre deux ganglions; ce nerf est peu développé et situé dans le mésorectum. Chez le busard, le nerf

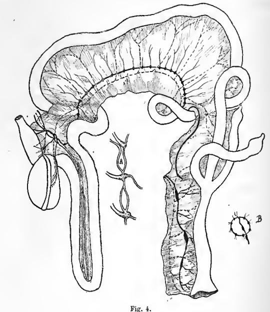


Fig. 4.
Nerf intestinal du phasianus gallus : en *B*, vue schématique de ce nerf en *A*, on a représenté trois ganglions thoraciques.

intestinal, tel que nous venons de le décrire, n'existe pas; il semble être remplacé par un filet nerveux suivant l'uretère.

La figure 4 reproduit le nerf intestinal du poulet (*phasianus gallus*); l'intestin grêle et le gros intestin ont été supposés déroulés autant que possible, sans que, cependant, le mésentère en ait été séparé. Les vaisseaux et leurs branches ont été marqués en pointillé pour laisser à la figure toute sa clarté.

Comme on le voit, le nerf est toujours compris entre l'intestin et le vaisseau

sanguin. La partie rectale est volumineuse; elle présente trois ganglions allongés; le plus rapproché du cloaque est le moins volumineux; de ces ganglions partent des filets nerveux qui se rendent à l'intestin.

La partie *recto-côlique ne se continue pas directement avec la portion iléo-jéjunale.* La partie jéjunale ne présente pas de ganglions apparents. Au contraire, dans la portion qui s'étend du jéjunum au duodénum, on aperçoit nettement un grand nombre de petits ganglions sphériques, assez rapprochés les uns des autres, émettant des filets nerveux qui se rendent à l'iléon. Au niveau du duodénum, le nerf intestinal vient s'anastomoser d'une façon nette et précise avec le plexus qui entoure l'artère du ventricule succenturié et du gésier. Nous avons déjà pu remarquer la constance de ce plexus qui envoie des filets nerveux au ventricule succenturié, au gésier, au duodénum et au pancréas.

De sorte que, si nous supposons l'intestin grêle et le gros intestin dans leur position normale, soutenus, le premier par le mésentère, le second par le mésocôlon et le mésorectum, nous aurons théoriquement l'aspect indiqué dans la figure B; la partie iléo-jéjunale formant une circonférence, dont le point de départ se trouve le plexus du tronc cœliaque, et la partie rectale partant du même point et suivant un diamètre de cette circonférence. Hâtons-nous d'ajouter que cette disposition, si précise dans le *phasianus Gallus*, n'existe pas avec le même degré de netteté chez les autres Gallinacés que nous avons étudiés (*phasianus Colchicus*, faisan commun et *Numida meleagris*, pintade).

Fig. 5.

4, 5, 6, 7, ganglions sympathiques confondus avec les ganglions du système cérébro-spinal.

B, B', B"..., branches du sympathique; C, C', C"..., nerfs spinaux.

C. — Portion thoracique (fig. 5).

Toujours deux nerfs, formés par plusieurs filets émanés soit des ganglions, soit des commissures, constituent le grand et le petit nerf splanchnique.

1° Ces branches du sympathique forment peu de plexus; ils se divisent comme les nerfs spinaux.

2° *Chez les palmipèdes et les gallinacés, le sympathique semble faire partie intégrante du système cérébro-spinal ; il est absolument impossible de séparer ces deux sortes de nerfs, le nerf spinal semblant traverser le ganglion* (A, fig. 4).

3° Chez les pigeons, mais surtout chez les rapaces, le sympathique devient beaucoup plus indépendant, non seulement dans la portion abdominale, mais encore dans la portion thoracique. Le ganglion est, pour ainsi dire, simplement superposé au nerf spinal; il ne se confond plus avec lui.

D. — Portion abdominale.

La portion abdominale est toujours plus indépendante du système cérébro-spinal que la portion thoracique; les ganglions, moins nombreux, sont reliés aux nerfs spinaux par une ou deux commissures. De ce tronc partent des nerfs se rendant aux ovaires, au rein, au mésentère et à l'aorte.

Les deux troncs du sympathique se terminent au niveau du cloaque; chez le busard, il existe un ganglion à ce niveau.

Si l'on se demande pourquoi la portion abdominale semble privée de ganglions, on peut, il me semble, donner l'explication suivante : dans la région thoracique, à une vertèbre correspond un ganglion, s'unissant au nerf spinal qui sort du trou de conjugaison : or, les vertèbres lombaires et sacrées sont soudées entre elles; donc, nous devons avoir moins de ganglions. Chez l'homme, cette différence entre les vertèbres n'existe pas, il s'ensuit que la chaîne ganglionnaire est uniforme.

2. — ANATOMIE DESCRIPTIVE DU SYMPATHIQUE CHEZ LES OISEAUX (1).

Tous les anatomistes qui se sont occupés jusqu'ici du sympathique des oiseaux ont donné de ces nerfs des descriptions très exactes, mais qui ont l'inconvénient de ne pas fixer d'une façon nette les rapports du sympathique et du système cérébro-spinal. C'est, qu'en effet, il était impossible, avec les méthodes qu'ils employaient, d'obtenir des résultats plus précis.

Pour déterminer, par exemple, les rapports qui existent au niveau du thorax entre les ganglions spinaux et sympathiques, il est indispensable de faire des coupes en série, qui puissent mettre en évidence les rameaux communicants.

Il faut donc commencer par faire une dissection aussi complète que possible en se servant de la loupe montée et du scalpel; on doit avoir soin de maintenir les pièces dans l'eau et il est indispensable d'employer certains réactifs que nous allons décrire :

a. L'acide azotique fait très bien apparaître les nerfs en blanc, mais il a plusieurs inconvénients; d'abord il attaque les scalpels, ce qui leur enlève leur tranchant, mais surtout il rétracte et détruit les tissus.

b. Méthode de M. le professeur Mathias Duval :

« 1° Vingt-quatre heures dans la glycérine et l'acide acétique *concentré*;

« 2° Quarante-huit heures dans le liquide de Müller;

« 3° Huit jours dans l'acide chromique *très étendu.*

c. On peut aussi laisser les pièces pendant huit jours dans une solution saturée à froid de *bichromate d'ammoniaque*, ou d'acide picrique : ce qui présente deux avantages; les nerfs apparaissent mieux et il est facile de les isoler, de plus ils se trouvent durcis pour l'étude histologique.

En suivant l'une de ces méthodes nous obtenons les résultats donnés par les figures 1 et 2 de la planche 1, qui représentent en grandeur naturelle les

(1) In-8° de 72 pages avec 10 figures et 6 planches hors texte en couleur. Masson, éditeur, 1889.

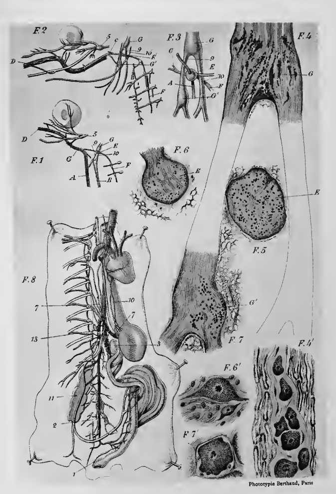
nerfs encéphaliques du faisan (fig. 1) et du canard (fig. 2), mais ce procédé ne nous permet pas de déterminer les relations existant entre le ganglion cervical supérieur E et les nerfs glosso-pharyngien et pneumogastrique qui ont leur origine commune en G. D'après l'aspect de la préparation et tous les auteurs, qui jusqu'ici se sont occupés de la question, le glosso-pharyngien semble se jeter dans le ganglion cervical supérieur E et ne faire qu'un avec lui.

Pour résoudre cette question on opère de la façon suivante: on enlève toute la masse, qui renferme le ganglion cervical supérieur ainsi que les nerfs glosso-pharyngien et pneumogastrique; on la fait durcir dans des réactifs appropriés, et avec un microtome on fait des coupes en série, que l'on examine au microscope; l'une de ces préparations est représentée dans la figure 4, et l'on arrive ainsi à pouvoir dessiner la figure schématique 3 qui montre que le ganglion cervical supérieur E, placé dans le triangle constitué par le glosso-pharyngien et le pneumogastrique 10 est absolument indépendant de ces deux nerfs.

C'est en employant le même procédé que j'ai pu déterminer les rapports du

PLANCHE I

A. Sympathique suivent la carotide.
B. — suivant le veine juguleire avec le pneumogastrique.
C. — allant vers la tête en suivant la carotide externe.
D. Extrémité de l'artère près de la base du bec.
E. Ganglion cervical supérieur.
F. Sympathique dans le canal vertébral.
G. Ganglion commun aux deux nerfs de la 9e et de la 10e paire.
G'. — du glosso-pharyngien.
1. Extrémité du nerf intestinal au niveau du cloaque.
2. Filets nerveux partant de l'aorte et allant à l'intestin.
3. Ovaire.
5. Trijumeau.
7. Grand nerf splanchnique.
9. Glosso-pharyngien.
10. Pneumogastrique.
11. Rein.
13. Petit splanchnique.
Fig. 1. — Nerfs encéphaliques du faisan; leurs rapports avec le sympathique.
Fig. 2. — Nerfs encéphaliques du canard; leurs rapports avec le sympathique.
Fig. 3. — Glosso-pharyngien, vague, et ganglion cervical supérieur du canard.
Fig. 4. — Ganglion commun aux nerfs de la 9e et de la 10e paire (canard).
Fig. 4'. — Une rangée de cellules dans ce ganglion; autour, des cellules du tissu conjonctif.
Fig. 5. — Coupe passant par le milieu du ganglion cervical supérieur.
Fig. 6. — Coupe montrant l'origine d'un nerf sympathique.
Fig. 6'. — Deux cellules de ganglion sympathique.
Fig. 7. — Ganglion du glosso-pharyngien.
Fig. 7'. — Une des cellules de ce ganglion.
Fig. 8. — Nerfs sympathiques du canard et branches du pneumogastrique.



F. 1. Ganglion cervical supérieur et ses rapports (Faisan).
F. 2 à 7. id. id. (Canard).
F. 8. Sympathique du Canard.

grand sympathique et du systéme cérébro-spinal dans les régions cervicale, thoracique et abdominale,

Un autre exemple fera mieux comprendre encoreles services que peut rendre cette méthode.

Nous avons vu plus haut (page 9, fig. 5) que les ganglions sympathiques et cérébro-spinaux sont confondus au niveau de la région thoracique, ce qui donne l'aspect de la figure 1, planche II ; R A et R P sont les racines antérieures et postérieures, partant de la moëlle épiniére et aboutissant à un seul ganglion volumineux, G S et G, d'où partent les nerfs S et N ; faisons des coupes en série suivant un plan paralléle à celui de la planche II, et nous verrons que, comme chez les mammiféres, les nerfs cérébro-spinaux naissent de la moëlle par deux racines, la racine postérieure R P avec un ganglion G, la racine antérieure R A sans ganglion, qui réunis donnent le nerf N : mais au-dessus, se trouve le ganglion sympathique G S, dont la distance au nerf cérébro-spinal est réduite à zéro, parce que les *rami communicantes* sont très courts ; c'est du reste ce qui est représenté schématiquement dans la figure 6.

Conclusions.

Si nous jetons maintenant un coup d'œil d'ensemble sur l'étude que nous avons faite il nous sera facile de voir les analogies et les différences qui existent, au point de vue du sympathique, entre les mammifères, les oiseaux et les reptiles.

Chez les oiseaux, nous pouvons prendre comme point de départ les gangliona qui s'unissent aux nerfs thoraciques ; c'est en effet à ce niveau que le sympathique reçoit de la moëlle le plus de fibres nerveuses.

Lorsque le sympathique remonte vers la tête, le tronc nerveux devient unique, à partir du point où il s'anastomose avec les nerfs du plexus brachial ; à ce niveau, il pénètre dans le canal vertébral, et présente des ganglions aux points où il est en rapport avec les nerfs spinaux. Ce filet nerveux se jette ensuite dans le ganglion cervical supérieur, situé dans l'angle formé par les nerfs de la neuviéme et de la dixiéme paire ; il est toujours uni intimement au glosso-pharyngien par du tissu conjonctif. Du ganglion sympathique partent plusieurs nerfs, dont deux plus volumineux vont l'un vers la tête, l'autre vers les carotides,

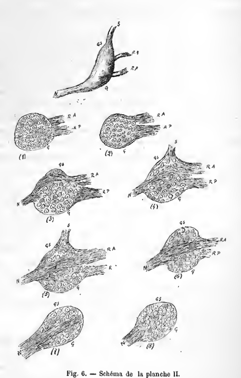
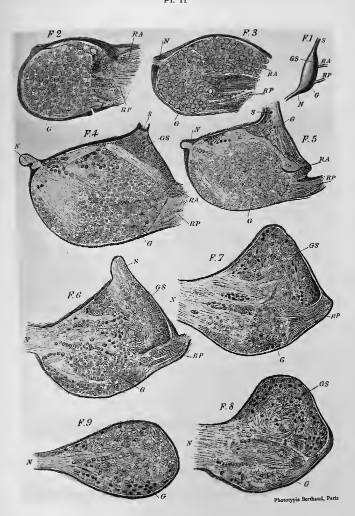


Fig. 6. — Schéma de la planche II.

RA, racine antérieure; RP, racine postérieure; GS, ganglion sympathique; S, nerf sympathique; G, ganglion spinal; N, nerf spinal.



Nerf Thoracique du Canard.

Par conséquent, au-dessus du thorax, on trouve un tronc nerveux unique, à ganglions nombreux, se terminant dans le ganglion cervical supérieur.

Au-dessous de la région thoracique, le sympathique est formé d'un seul filet nerveux, et il ne se bifurque que s'il rencontre un obstacle : quelques rameaux communicants le mettent en relation avec le système cérébro-spinal.

Les branches du sympathique partent en général des ganglions ; et, si nous ne tenons pas compte des nerfs secondaires qui vont former des plexus autour de l'aorte, nous aurons trois troncs nerveux principaux : d'abord le grand nerf splanchnique, suivant le tronc cœliaque et s'anastomosant toujours avec les deux nerfs vagues au niveau du gésier; puis, le petit splanchnique partant des deux derniers ganglions thoraciques et des trois premiers ganglions abdominaux : enfin, le nerf intestinal, qui s'anastomose, à l'extrémité supérieure avec les deux splanchniques et les deux nerfs vagues, à l'extrémité inférieure, avec les nerfs du sympathique abdominal.

A ces nerfs il convient d'ajouter le systéme constitué par le glosso-pharyngien et le pneumogastrique :

Ces deux nerfs partent, en effet, d'un ganglion qui présente de nombreuses cellules nerveuses.

Le nerf vague forme, pour ainsi dire, un sympathique médian qui vient fournir des branches aux poumons, au cœur et au tube digestif. Rappelons, en effet, que le nerf intestinal s'anastomose avec le pneumogastrique.

Ne rencontre-t-on pas d'ailleurs une disposition semblable chez les reptiles et les vertébrés inférieurs ? Les oiseaux serviraient de classe intermédiaire entre les mammiféres et les autres animaux.

Chez l'homme, le tronc du sympathique présente une disposition beaucoup plus réguliére.

Au milieu du thorax et de l'abdomen, c'est une série de ganglions identiques réunis au systéme cérébro-spinal par les *rami communicantes*.

Au niveau du cou, trois ganglions seulement : cervical supérieur, moyen et inférieur. C'est donc dans la région abdominale que le sympathique présente le plus de ressemblance avec celui des oiseaux.

Mais les branches qui en émanent offrent des dispositions tout à fait différentes; chez l'homme, au niveau de l'intestin, ce sont des plexus nombreux avec des ganglions volumineux : au contraire, chez les oiseaux, s'il y a des plexus, ce n'est qu'au contact des vaisseaux, et le plus souvent, ce sont des troncs

nerveux dont les ramifications sont analogues à celles du pneumogastrique.

Chez les reptiles, le sympathique présente, d'après Swan, les plus grandes analogies avec celui des oiseaux: nous retrouvons, au milieu du thorax, cette connexion intime des ganglions sympathiques avec les ganglions des nerfs spinaux: dans les régions cervicale et abdominale, les dispositions des nerfs sont tout à fait semblables.

Le nerf mésentérique inférieur du *Monitor Niloticus* montre, d'aprés Remak, quelques propriétés anatomiques d'un nerf intestinal. Weber, chez les serpents, a pu suivre les rameaux intestinaux du nerf vague trés loin sur le gros intestin. Enfin Müller a découvert, chez les Myxines, un rameau intestinal impair, formé par les deux nerfs vagues; il longe le bord postérieur du conduit du gros intestin jusqu'à l'anus.

D'ailleurs, chez un grand nombre de vertébrés et d'invertébrés, les zoologistes ont décrit un système sympathique et un systéme stomato-gastrique, le premier étant le sympathique que l'on décrit chez les vertébrés supérieurs, le second l'analogue des deux nerfs pneumogastriques. Les oiseaux forment donc bien une classe intermédiaire entre les mammiféres et les autres vertébrés.

DEUXIÈME PARTIE

TRAVAUX DE PHYSIQUE BIOLOGIQUE

---

3. — NOTE SUR UN NOUVEAU SPHYGMOGRAPHE (1).

Tout sphygmographe présente à étudier trois parties : l'ampoule, qui est directement en contact avec l'artère; le levier, qui exerce une pression sur celle-ci; et enfin la plume inscrivante, fixée à l'extrémité de la grande branche d'un deuxième levier.

L'instrument qui est représenté, figures 7 et 8, permet de modifier à volonté un quelconque de ces éléments, les autres restant constants, de manière à pouvoir déterminer l'influence de chacun d'eux sur le tracé obtenu.

Description.

L'appareil se compose d'un châssis rectangulaire en cuivre, pouvant s'appliquer directement sur le bras ou *sur un point quelconque du corps*, sans qu'il y ait besoin d'aucun lien pour le fixer; si, dans certains cas particuliers, il était nécessaire d'attacher l'appareil, trois crochets, situés de chaque côté, permettraient de placer rapidement un lien quelconque. A une des extrémités de ce châssis, se trouve une petite balance romaine (1, 4), dont la tige porte des graduations, qui permettent de mesurer la pression.

(1) Récompensé par la Faculté de médecine (Prix Barbier, 1889).

L'artère communique au levier un déplacement très faible; c'est ce déplacement qu'il s'agit d'amplifier.

Une tige cylindrique horizontale est fixée un peu au-dessus du point du premier

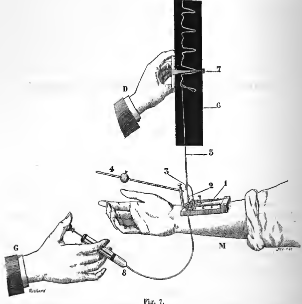


Fig. 7.

D, main gauche de l'opérateur tenant le mouvement d'horlogerie 7; G, main droite de l'opérateur faisant passer un courant d'eau, au moyen de la seringue 8, dans le levier mobile 5, qui se meut devant la feuille de papier 6, et enlève le noir de fumée là où l'eau frappe directement; M, bras du malade sur lequel est appliqué l'appareil.

1, levier appuyant sur l'artère; 2, tige sur laquelle est fixé le levier mobile traversé par le courant d'eau; on peut le changer à volonté; 3, extrémité du fil de soie qui communique le mouvement du premier levier au deuxième; 4, poids mobile permettant d'exercer sur l'artère une pression variable et mesurée en grammes; 5, tige mobile; 6, papier recouvert de noir de fumée; 7, mouvement d'horlogerie; 8, seringue lançant l'eau dans le levier mobile.

levier sur lequel agit l'artère; et le mouvement du premier levier est transmis au deuxième par l'intermédiaire d'un fil de soie qui s'enroule sur la tige hori-

zontale; de manière que si l'artère soulève le premier levier de n millimètres, la tige horizontale éprouve autour de son axe un déplacement angulaire de n millimètres.

Ce mouvement est transmis à la tige inscrivante, et son déplacement angulaire est le même; il est évident que plus cette tige sera longue, plus grand sera l'arc décrit par son extrémité libre.

Une simple proportion donne ce déplacement : soit n le déplacement de la branche horizontale, r son rayon, R la longueur de la tige inscrivante, x le déplacement de son extrémité libre, on aura :

$$\frac{x}{n} = \frac{R}{r}$$

$$x = \frac{n \times R}{r}$$

c'est-à-dire que le déplacement x de la partie libre de la tige inscrivante est proportionnel à sa longueur R, et en raison inverse du rayon de la tige horizontale r.

Fonctionnement. — Cet appareil permet de déterminer l'influence sur le tracé de chacun des éléments qui constituent le sphygmographe.

1. — *L'ampoule* a une forme ovalaire, et elle est mobile autour de l'axe qui la fixe au levier, de telle sorte qu'il est facile de déterminer l'influence de la forme de la surface qui touche l'artère.

2. — *La pression* est immédiatement mesurée au moyen de la balance romaine: cette balance peut être remplacée par un ressort qui appuie plus ou moins sur le levier.

3. — *La tige inscrivante* peut avoir une double forme; *ou bien*, comme dans la figure 8, elle se compose d'une plume fixée à un levier en aluminium, de poids connu; le papier se déroule dans un plan horizontal, et il peut avoir une longueur quelconque, le tracé obtenu est représenté dans la figure 9.

Ou bien on peut supprimer l'influence du frottement de la plume sur le papier en adoptant la disposition représentée dans la figure 7.

La tige inscrivante se compose d'un tube de verre excessivement léger; en bas il pénètre (2) dans un tube creux en cuivre qui se recourbe à angle droit, et sert d'axe de rotation à la tige horizontale; en haut il se recourbe également à angle droit et se termine par une ouverture capillaire : si l'on fait passer un courant d'eau, le tube de caoutchouc n'influera en rien sur le mouvement,

puisqu'il est fixé au levier suivant son axe de rotation : ce tube de verre est excessivement léger, et il contient deux ou trois gouttes d'eau.

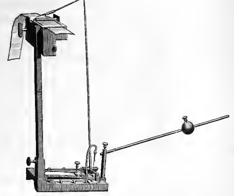


Fig. 8. — Appareil portant la plume inscrivante.



Fig. 9. — Tracé obtenu par l'appareil portant la plume inscrivante.

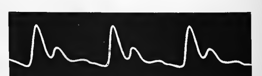


Fig. 10. — Tracé pris à distance avec le sphygmographe décrit fig. 7.

Pour le construire il suffit d'effiler à la lampe un tube de verre et de le recourber ; n'importe qui peut en construire un lui-même.

Le mouvement d'horlogerie est tenu à la main ; la feuille de papier recou-

verte de noir de fumée est entraînée par le mouvement de deux cylindres tournants; le postérieur plein, l'antérieur évidé, pour ne pas enlever le noir de fumée ; l'appareil marche pendant 3 minutes, et peut dérouler plus de 3 mètres de papier avec une vitesse connue.

Pour fixer le noir de fumée, il n'est nullement nécessaire d'employer le vernis photographique; il suffit de faire couler ou de vaporiser de l'éther sur le papier, le noir de fumée est aussitôt fixé; les tracés ainsi obtenus sont certainement moins fins que ceux fournis par les autres appareils; mais ce léger inconvénient est amplement compensé par la facilité avec laquelle se manie l'instrument, et surtout par l'amplitude considérable du tracé (fig. 10).

Ce sphymographe peut également servir d'*hémodynamomètre.*

En effet, Poiseuille a démontré la loi suivante : « Quand un tube élastique est parcouru par un courant liquide sous une certaine pression x, il faut, pour interrompre le courant, une pression extérieure de x millimétres, augmentée de la pression nécessaire pour aplatir le tube s'il était vide ». Si cette derniére force est très faible, la pression intérieure peut être mesurée par la pression nécessaire pour interrompre le courant.

C'est ce qui se présente pour les artéres.

Mais comment connaître le moment précis où le courant sanguin est interrompu? Pour cela, on peut employer deux méthodes : ou bien placer l'index en aval du point où est placé le sphygmographe, et augmenter graduellement la pression, jusqu'au moment où les battements du pouls cesseront d'être perçus; ou bien, se contenter simplement d'augmenter la pression jusqu'au moment où le levier vertical cessera d'osciller pour devenir immobile; il suffira de lire alors la pression en grammes sur la tige graduée.

Cette pression peut être facilement convertie en centimètres de mercure.

Ce sphymographe est donc surtout un appareil de laboratoire, permettant de vérifier l'influence, sur la forme du tracé, de chacune des parties qui le constituent.

4. — NOTE SUR LES STÉTHOSCOPES

Depuis leur apparition, les stéthoscopes ont subi des modifications nombreuses, mais tous ceux qui sont en bois ne sont pas meilleurs que la petite bûche dont se servait Laënnec ; le son est surtout conduit par les parois, et la colonne d'air n'a pas grande influence : la valeur de ces appareils varie donc suivant que le bois employé conduit plus ou moins le son ; le sapin du Nord m'a donné les meilleurs résultats, lorsque ses fibres étaient bien parallèles à l'axe de l'instrument.

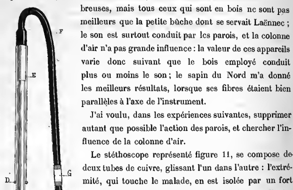


Fig. 11.
A, anneau isolant en caoutchouc; BC, tube fixe; DE, tube mobile glissant sur le tube fixe; F, tube en caoutchouc portant un embout mobile GH, qui peut être simple ou double, pour l'audition biauriculaire.

J'ai voulu, dans les expériences suivantes, supprimer autant que possible l'action des parois, et chercher l'influence de la colonne d'air.

Le stéthoscope représenté figure 11, se compose de deux tubes de cuivre, glissant l'un dans l'autre : l'extrémité, qui touche le malade, en est isolée par un fort anneau en caoutchouc non conducteur du son ; l'autre extrémité communique avec un tube de caoutchouc simple ou double, de manière à obtenir une audition mono- ou biauriculaire.

Cette disposition permet, en faisant glisser les deux tubes l'un sur l'autre, d'augmenter ou de diminuer le volume de la colonne d'air.

Dans ces conditions, le son qui arrive à l'oreille a une intensité très faible, quelle que soit la masse d'air interposée entre le corps sonore et le tympan de l'observateur ; c'est donc bien surtout par les parois solides, comme je l'avais dit en commençant, que le son parvient jusqu'à l'observateur dans les stéthoscopes ordinaires.

5. — NOTE SUR UN NOUVEAU CORNET ACOUSTIQUE SERVANT EN MÊME TEMPS DE MASSEUR DU TYMPAN (1)

J'avais constaté que les cornets acoustiques employés généralement, présentaient plusieurs inconvénients, parmi lesquels je citerai les suivants :

1° L'impression, produite par le courant d'air sur le tympan, est parfois fort désagréable pour le malade ;

2° Les vibrations, perçues par l'intermédiaire de ces instruments, fatiguent beaucoup l'oreille ;

3° La marche de la surdité semble être plus rapide pour les malades faisant un usage prolongé de ces appareils.

J'ai donc entrepris des expériences physiques et physiologiques ayant pour but de trouver les conditions dans lesquelles on devait se placer pour obtenir un bon cornet acoustique.

Je cherchais un instrument de faible volume, ne modifiant pas les vibrations et agissant en même temps comme moyen thérapeutique, en empêchant la surdité d'augmenter.

Ce sont les résultats de ces recherches que j'ai consignées dans ce travail.

J'employais comme appareil de contrôle les flammes de Kœnig, dont je faisais dessiner, par plusieurs observateurs, l'image vue dans les miroirs tournants ; on évitait ainsi les erreurs individuelles. La source sonore était toujours la même ; il devenait facile de comparer les différents dessins, avec la figure type obtenue en faisant vibrer directement, sans intermédiaire, la source sonore devant la capsule manométrique.

Les résultats ont été les suivants :

1° On ne peut pas obtenir de renforcement de la parole par l'air du tuyau ; les résonnateurs de Helmholtz et mon stéthoscope à coulisse placés sur le trajet du cornet acoustique ne donnent aucun résultat à ce point de vue.

(1) Brochure de 15 pages avec 7 figures, travail couronné par la Faculté de médecine (Prix Barbier), 1897.

2° Une membrane directement en contact avec l'air extérieur, sans chambre à air antérieure, vibre à peine sous l'influence de la parole (fig. 12, 2).

J'ai essayé successivement des membranes circulaires inégalement tendues et ayant les diamètres suivants :

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 20, 25, 30, 35, 40 centimètres.

Les résultats ont toujours été les mêmes, c'est-à-dire négatifs.

3° Pour obtenir le meilleur résultat, il faut placer la membrane entre deux caisses à air cylindriques, de même diamètre que la membrane, mais de très faible hauteur : 0m,002 millimètres à peu près.

D'une façon générale, plus les caisses de résonnance sont petites, plus le son est intense.

4° La membrane doit être moyennement tendue; trop, elle ne vibre pas, trop peu, on entend son claquement.

5° La caisse à air antérieure doit communiquer avec une embouchure sur laquelle les lèvres s'appliquent ; si les lèvres sont situées à une certaine distance, les vibrations ne se transmettent plus.

6° L'orifice qui fait communiquer la caisse à air antérieure avec l'embouchure, peut être de diamètre variant depuis 0m,004 millimètres jusqu'à 0,02 centimètres.

J'ai examiné successivement des orifices circulaires de :

0m,004	millimètres de diamètre.	
0m,011	—	
0m,016	—	
0m,021	—	(diamètre de la membrane).
0m,033	—	(diamètre extérieur de l'appareil).

On employait toujours la même membrane, et on appliquait successivement sur sa face supérieure des caisses à air de même volume, mais munies des embouchures indiquées plus haut.

Les différences étaient minimes Les meilleurs résultats ont été obtenus avec les orifices les plus petits : 0m,004 millimètres et 0m,011 millimètres.

7° *Choix d'une membrane.* — C'est le caoutchouc soufflé, en lames très minces, qui m'a donné les meilleurs résultats ; d'ailleurs, M. Cauro, dans sa thèse inaugurale à la Sorbonne, a également démontré depuis, qu'*une membrane mince en caoutchouc, non tendue, transmet toutes les vibrations, sans introduire ni supprimer aucun harmonique.*

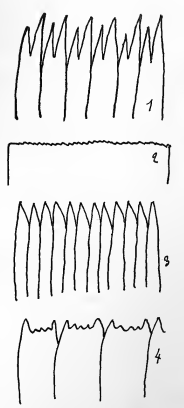


Fig. 12. — Différents aspects des flammes de Kœnig obtenues avec une même source sonore (voyelle U) et des embouchures différentes.

J'ajouterai à l'énoncé précédent la condition suivante : *les déplacements imprimés à la membrane doivent être au plus de l'ordre du dixième de millimètre*; cette remarque a une grande importance pour les tambours inscripteurs.

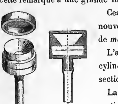


Fig. 13. — Masseur-cornet, perspective et coupe (1/2 grandeur).

Ces expériences m'ont conduit à construire un nouveau cornet acoustique auquel j'ai donné le nom de *masseur-cornet*.

L'appareil se compose (fig. 13) d'une petite caisse cylindrique en bois ou en ébonite, divisée par deux sections droites :

La section droite supérieure limite le couvercle, la section droite inférieure permet de fixer une membrane vibrant sous l'influence du parleur.

Cette surface vibrante est en caoutchouc ; elle est fixée sur un cadre circulaire et se trouve contenue entre deux caisses à air cylindriques, de même diamètre et de faible profondeur.

La caisse à air supérieure communique, par une embouchure tronc-conique, avec le parleur. Les vibrations sont transmises à l'auditeur par un tube de caoutchouc à parois épaisses, plus ou moins long, fixé sur un embout en bois; le tube peut se bifurquer pour l'audition biauriculaire.

Le parleur applique les lèvres sur l'embouchure ; les vibrations transmises à la membrane sont communiquées à l'air du tuyau et des caisses, et l'auditeur entend parfaitement la voix parlée. Il faut éviter de parler fort.

Cet appareil agit donc comme cornet acoustique. En même temps il masse le tympan comme le masseur de Delstanche et même beaucoup mieux, car les vibrations ainsi transmises au tympan sont de même ordre, à l'intensité près, que celles qui doivent influencer l'oreille.

Je pensais donc avoir démontré que ce nouveau cornet acoustique ne modifiait pas les vibrations que l'oreille est destinée normalement à recevoir ; malheureusement, mes résultats ne ressemblaient en rien à ceux que Kœnig avait obtenus ; non seulement, ce savant niait l'influence que j'attribuais à l'embouchure devant laquelle on parlait, mais encore il contestait l'exactitude des images obtenues ; en un mot, j'avais, disait-il, ou plutôt, nous avions mal vu, les dessinateurs et moi. Pour trancher la question, il n'y avait qu'un moyen : photographier les flammes manométriques.

C'est l'objet du travail suivant.

6. — ÉTUDE DES CORNETS ACOUSTIQUES PAR LA PHOTOGRAPHIE DES FLAMMES DE KOENIG (1).

La flamme du gaz d'éclairage, même chargé de vapeurs de benzine ou d'éther de pétrole, n'est pas assez photogénique. J'ai donc employé l'acétylène ; le gaz était contenu dans un simple ballon de caoutchouc : à partir de ce moment les épreuves négatives, obtenues directement sur papier, furent très bonnes. Mais avant tout, il s'agissait d'avoir un appareil compteur donnant exactement le temps.

FLAMME CHRONOMÉTRIQUE.

PLANCHE I.

Pour cela, j'employais deux capsules manométriques dont les flammes, situées l'une au-dessous de l'autre, étaient placées dans un même plan vertical, parallèle au papier sensible du chronophotographe (pl. I, fig. 1).

Ces deux flammes ne se trouvaient pas sur la même ligne verticale, car la chaleur dégagée par la flamme inférieure aurait éteint la flamme supérieure ; la flamme chronométrique était située un peu à gauche de l'autre et toutes les deux étaient mises au point en même temps.

Un diapason électrique, vibrant au 1/54 de seconde, communiquait ses vibrations à la flamme par l'intermédiaire d'un tambour de Marey ; les deux capsules étaient contenues dans une boîte rectangulaire en bois tapissée intérieurement de velours noir et présentant simplement, sur une de ses faces latérales, une ouverture fermée par une lame de verre ; des orifices permettaient l'entrée et la sortie des gaz, et l'on se trouvait ainsi complètement à l'abri des agitations produites par l'air extérieur.

Le chronophotographe était mû à la main ; un volant, formé d'une lame circulaire de plomb, donnait un mouvement aussi uniforme que possible. A chaque expérience, on avait environ $1^{m},50$ de papier impressionné dont la vitesse variait entre $1^{m},50$ et 2 mètres à la seconde.

(1) Brochure de 25 pages avec 1 figure et 11 planches hors texte (Mention très honorable, Prix Buignet, Académie de médecine), 1897.

INTERPRÉTATION DES FLAMMES.

Si l'on examine la planche I, qui donne les différentes formes que prend la flamme chronométrique vibrant au 1/54 de seconde, on voit que, si la vitesse est nulle, la flamme donne sur le papier une image très nette négative (fig. 2). Si l'on augmente graduellement la vitesse, on constate qu'à chaque vibration du diapason, la flamme est brusquement projetée au dehors, puis elle redescend pour rallumer la flamme suivante.

Si la vitesse s'accroît, la flamme s'incline sur la photographie, inclinaison qui est due au mouvement du papier; et la partie descendante forme un triangle dont la base est la flamme entière et dont le sommet se trouve au point d'origine de la flamme suivante (fig. 6).

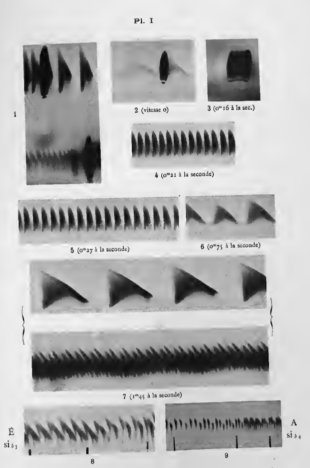
Si la vitesse devient plus considérable, la base de la flamme n'est plus assez photogénique dans sa partie montante et descendante pour impressionner le papier, et les images des différentes flammes sont séparées les unes des autres (fig. 7).

Nous retrouverons toujours un phénomène analogue dans les flammes vibrant sous l'influence de la parole.

Il faut avoir soin de donner au papier sensible une vitesse telle que les flammes soient suffisamment distantes sans cependant être trop éloignées (fig. 8 et 9).

En employant ce procédé, j'ai examiné successivement l'influence des différentes parties composant l'appareil de Kœnig, et j'ai été ainsi conduit à expliquer les divergences qui existaient entre ce savant et moi; l'embouchure, la longueur et la nature du tube de communication, la substance qui constitue la membrane, ont une influence énorme sur les groupements; je ne puis malheureusement ici reproduire toutes les planches, mais il suffit de jeter un coup d'œil sur celles qui se trouvent réunies dans ce travail, pour constater les phénomènes suivants :

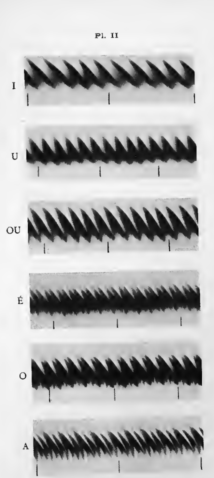
1. — (Planche II). On parle directement devant la capsule manométrique munie d'une membrane très mince, non tendue, en caoutchouc, et on constate que I, U, OU sont caractérisées par des flammes séparées (les traits verticaux, situés au-dessous, indiquent les temps; chacun d'eux est séparé par $\frac{1}{54}$ de seconde); É et O sont caractérisées par des groupes de deux flammes, A par un groupe de trois flammes.



Flamme chronométrique avec vitesse variable (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).
Influence du changement de vitesse sur la flamme (8, 9).

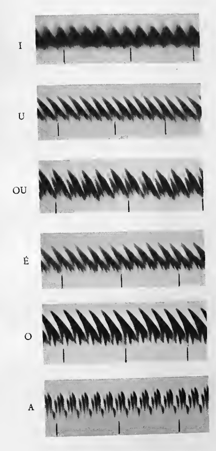
Phototypie Berthaud, Paris

Pl. II



Voyelles prononcées sans aucune embouchure.
(1/54 de seconde).

Phototypie Berthaud, Paris



Voyelles prononcées avec l'embouchure de Kœnig.
(1/54 de seconde).

Phototypie Berthaud, Paris



Pl. IV

fa $_3$

si $_{\flat 3}$

si $_{\flat 4}$

si $_{\flat 5}$

A ré $_6$ O

Influence du résonnateur sur la forme de la flamme.
(1/54 de seconde).

Phototypie Berthaud, Paris

Ce ne sont pas des dentelures, mais des flammes bien nettement séparées les unes des autres.

2. — (Planche III). Si l'on prend l'embouchure dont M. Kœnig s'est servi pour faire ses expériences (c'est un véritable cornet acoustique) et si l'on répète les voyelles avec la même tonalité que précédemment, on constate que cette embouchure métallique, en forme de cône très allongé, a introduit des harmoniques nouveaux qui modifient considérablement la forme et le nombre des flammes. La voyelle I n'est plus caractérisée par une seule flamme, mais par une flamme principale avec deux autres, plus petites, parallèles.

U conserve une flamme unique, mais OU en a trois parallèles, deux égales se touchant, une plus petite isolée.

É a quatre flammes indépendantes à leur base, réunies à leur sommet. O en a trois également indépendantes à leur base, réunies à leur sommet. Enfin, A, au lieu de trois flammes en a quatre, la plus petite étant ajoutée.

Ce sont U et A qui sont le moins déformées.

On comprend donc que M. Kœnig, s'étant servi de cette embouchure dans toutes ses expériences, ait toujours trouvé des résultats différents des miens.

3. — (Planche IV). J'ai fait des expériences en prenant comme embouchures les résonnateurs que MM. Lipmann et Cornu ont mis à ma disposition, et j'ai pu constater ainsi que l'embouchure a plus d'influence que la voyelle sur la forme du groupe.

En effet, j'ai prononcé successivement A caractérisée par trois flammes, et O caractérisée par deux flammes, avec les résonnateurs fa$_3$, si$\flat_3$, si$\flat_4$, si$\flat_5$, ré$_6$ pris comme embouchures, et l'on voit que :

Fa$_3$, range les flammes de A et de O par groupes de une; si$\flat_3$, groupe par deux les flammes de A et de O; si $\flat_4$ donne trois flammes à O qui n'en a que deux.

Si $\flat_5$ et ré$_6$ semblent augmenter le nombre de flammes par groupes, mais je n'ai pu obtenir une vitesse suffisante pour les dissocier.

En résumé, au-dessous de sol$_3$, quelle que soit la voyelle prononcée, nous avons des groupes de une flamme; entre si$\flat_3$, et si$\flat_4$ exclusivement des groupes de deux, et de si$\flat_4$ à si$\flat_6$ des groupes de trois (ré$_6$ faisant exception pour I).

On comprend alors l'influence que peuvent avoir sur le nerf auditif les

différents cornets acoustiques, puisqu'ils modifient profondément les vibrations que l'oreille est destinée normalement à recevoir.

Conséquence. — Étant donné que les vibrations dans un cornet acoustique doivent se rapprocher des vibrations normales, et par conséquent ne doivent pas modifier la hauteur et le timbre des sons, tout en augmentant leur intensité, il fallait chercher l'embouchure capable de conserver aux voyelles leurs flammes caractéristiques.

J'ai donc pris comme embouchure l'appareil décrit plus haut, page 28, et j'ai constaté ainsi que les voyelles I, U, OU, O, A, conservent leurs groupements caractéristiques; É seul présente une petite flamme surajoutée au groupement normal de cette voyelle.

Cette embouchure est donc, de toutes celles que nous avons employées, celle qui modifie le moins les flammes de chaque voyelle; c'est ce qui explique que cet appareil, dans lequel *il n'y a aucune partie métallique*, non seulement ne fatigue pas les malades, mais encore leur permet d'entendre, même la voix chuchotée, sans qu'ils éprouvent une sensation désagréable; en effet, lorsque l'on parle, il y a non seulement vibration de l'air, mais encore transport de l'air, et la membrane de caoutchouc s'oppose à cette translation.

Cet instrument, tout en empêchant le contact direct, par l'air, entre le parleur et l'auditeur, conserve donc au son une très grande pureté.

5. — THÉORIE DE LA FORMATION DES VOYELLES (1).

Je comprends sous ce titre l'ensemble des notes qui ont été présentées, de 1895 à 1900, par M. le professeur Marey à l'Institut et à l'Académie de médecine : la liste en a été donnée à la page 4.

L'état de la question était le suivant :

I

DISPOSITION DE L'APPAREIL VOCAL

L'appareil vocal est formé de deux parties : le larynx et les résonnateurs supra-laryngiens.

1° Le *larynx* peut être considéré comme un conduit, traversé par un courant d'air sous une pression variable (3 à 16 centimètres d'eau).

Pendant la phonation, ce courant est interrompu plus ou moins complètement par les cordes vocales inférieures ;

2° Les *résonnateurs supra-laryngiens* sont formés du pharynx, du nez et de la cavité buccale ; cette dernière peut prendre une infinité de formes différentes, et *renforcer tous les sons* compris dans l'étendue de quatre octaves, de si$\flat_2$ à si$\flat_6$.

II

La théorie classique est celle de Helmholtz : elle peut se résumer de la façon suivante :

Les cordes vocales agissent comme des anches membraneuses, qui, en vibrant, donnent une note fondamentale accompagnée d'une infinité d'harmoniques ; lorsqu'on parle ou qu'on chante, les cavités supra-laryngiennes prennent une forme déterminée et constante pour chaque voyelle ; à cette forme correspond une note qui, se trouvant dans la série des harmoniques du larynx, est renforcée : c'est *la vocable* ; la réunion de la note fondamentale laryngienne avec la vocable supra-laryngienne constitue la voyelle.

Il en résulte ceci :

(1) Couronné par l'Institut (Prix Barbier), 1900.

1° Chaque note laryngienne est accompagnée d'une infinité d'harmoniques ;

2° Chaque voyelle a une *vocable fixe*, toujours en rapport harmonique avec la note laryngienne;

3° La réunion de la note avec la vocable constitue la voyelle.

Cette théorie remarquable par sa simplicité, s'appuie sur des expériences d'analyse et sur des expériences de synthèse.

Expériences d'analyse. — Elles portent sur les cordes vocales et sur les résonnateurs supra-laryngiens.

a) Helmholtz, qui était doué d'une oreille merveilleuse, distinguait les différents harmoniques qui constituent une voyelle; il est vrai d'ajouter qu'il y a un nombre infini de musiciens qui ne les ont jamais entendus et rejettent absolument ce fait;

b) On a cherché la note (vocable) correspondant au résonnateur buccal prononçant la voyelle; les méthodes ont été différentes et les résultats, peu concordants, sont renfermés dans le tableau suivant.

	MÉTHODE	OU	O	A	É	I
Donders	*Écoutait* la voyelle chuchotée.	fa$_3$	ré$_3$	si$\flat_3$	ut$_5$	fa$_4$
Auerbach	*Écoutait* le son rendu par le larynx frappé avec le doigt, la bouche venant de prononcer la voyelle.	fa$_2$	la$_3$	fa$_4$	la$\flat_4$	fa$_3$
Helmholtz	*Écoutait* le son de la voyelle renforcé par le résonnateur.	fa$_2$, ré$_6$	si$\flat_3$	si$\flat_4$	fa$_3$, si$\flat_5$	fa$_2$, ré$_6$
Kœnig	*Écoutait* le renforcement d'un diapason vibrant en avant de la bouche venant de prononcer la voyelle.	si$\flat_2$	si$\flat_3$	si$\flat_4$	si$\flat_5$	si$\flat_6$
Bourseul	*Écoutait* le son rendu par les dents frappées avec le doigt, la bouche venant de prononcer la voyelle.	ut$_4$	sol$_3$	mi$_2$	fa$_3$	?
Hermann	Méthode graphique.	ut$_4$, ré$_4$	ré$_4$, mi$_4$	sol$_4$	si$_5$, ut$_6$	ré$_6$, sol$_6$

Ces différences tendraient à confirmer ce fait d'expérience que, pour prononcer une même voyelle, la bouche peut prendre une infinité de formes

APPAREILS GRAPHIQUES ORDINAIRES

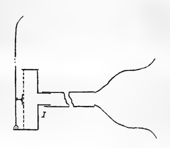


Fig. 14. — Appareil graphique à levier ordinaire.

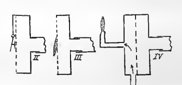


Fig. 15. — Appareils graphiques à levier modifié.

II, levier remplacé par un miroir et un rayon lumineux;
III, levier remplacé par un style (phonographe);
IV, levier remplacé par une flamme (capsule manométrique).

différentes ; comme nous le verrons plus loin, il y a une relation absolue entre la forme de la cavité buccale et la note laryngienne.

Expérience de synthèse. — *a*) Helmholtz a construit des cordes vocales en baudruche ; ces anches membraneuses, entre lesquelles on laisse une fente très étroite, font parfaitement vibrer des tuyaux sonores ; cette expérience est intéressante, car elle prouve que, même si les cordes vocales étaient inertes, le fait seul du passage de l'air suffirait à produire des vibrations.

b) Helmholtz a fait vibrer les résonnateurs, correspondant aux voyelles, au moyen de diapasons à anches, et il a ainsi pu reproduire les voyelles OU, O, A, à peu près, É, I, jamais.

Les diapasons représentaient le larynx ; les résonnateurs, les cavités supra-laryngiennes.

On peut donc en conclure que les conditions posées par Helmholtz, pour faire une voyelle, sont peut-être nécessaires, mais qu'elles ne sont sûrement pas suffisantes ; nous allons voir, de plus, que cette théorie est en contradiction formelle avec les expériences graphiques qui démontrent, d'une façon absolument évidente que la vocable n'est pas fixe, c'est-à-dire que la cavité buccale peut prendre une infinité de formes différentes pour faire une même voyelle.

III

EXPÉRIENCES AVEC LA MÉTHODE GRAPHIQUE

Appareils. — Tous les appareils peuvent se ramener au type suivant (fig. 14) : un tambour inscripteur muni d'une membrane ou d'une plaque vibrante. Du côté de l'observateur se trouve une chambre à air, un tube plus ou moins long et une embouchure de forme variable ; de l'autre côté de la plaque vibrante on trouve : 1° soit un levier, muni d'une plume inscrivant sur du papier ou sur du verre, recouvert de noir de fumée : c'est un appareil graphique ordinaire ; 2° soit un miroir recevant un rayon lumineux qui, après réflexion, est photographié sur une plaque mobile (fig. 15, II) : c'est l'appareil précédent, dont le levier est un rayon lumineux ; 3° soit une pointe pouvant pénétrer plus ou moins dans un cylindre de cire : c'est un phonographe (fig. 15, III) ; 4° soit une masse de gaz combustible et photogénique dont la flamme est photographiée sur une feuille de papier mobile contenue dans un appareil de M. Marey, qui est un cinématographe sans arrêt : c'est une capsule manométrique (fig. 15, IV).

INFLUENCE DE L'EMBOUCHURE
Grossissement : 5 diamètres.



Fig. 16. — La_3 sans embouchure (870).

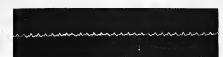


Fig. 17. — La_3 avec embouchure (870).
La note est représentée par le nombre de groupes.



Fig. 18. — OU.

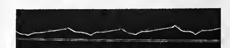


Fig. 19. — O.



Fig. 20. — A.
OU, O, A avec une embouchure. (Comparer avec la figure 27.)

Tous ces instruments sont composés des mêmes éléments : une embouchure, un tube, une plaque vibrante et un levier.

Une même source vibrante doit donner, avec chacun de ces appareils des tracés comparables entre eux. Toutes les expériences ont donc été répétées trois fois ; une *première*, avec les flammes manométriques, dont nous nous étions servis pour l'étude des cornets acoustiques ; une *seconde*, avec un appareil graphique, débarrassé de ses causes d'erreur ; une *troisième*, avec deux phonographes, un phonographe Édison à rouleau de cire, et un phonographe Lioret, à rouleau de celluloïd.

Un tracé n'était admis comme valable, qu'autant qu'il était le même avec les trois procédés. Mais avant de faire les expériences, il était indispensable de vérifier les appareils, c'est-à-dire d'examiner l'influence des différentes parties.

1° *Influence de l'embouchure.* — Les embouchures à parois courbes transforment tous les groupements ; donc il faut les supprimer (fig. 16, 17, 18, 19, 20).

2° *Influence du tube.* — Le tube est un véritable tuyau sonore qui transforme les groupements dans leur forme et dans leur nombre (fig. 21).

3° *Influence de la plaque.* — Une plaque mince a une vibration propre qui varie avec sa nature et la façon dont elle est fixée ; au contraire, Cauro a démontré dans sa thèse inaugurale (Sorbonne, 1899), et ceci a confirmé mes expériences de 1896 et 1897, qu'une membrane de caoutchouc, mince et non tendue, transmet toutes les vibrations sans introduire ni supprimer aucun harmonique. Donc il faut prendre une membrane de caoutchouc.

4° *Influence du levier.* — Si le levier n'est pas infiniment court, il vibre pour son propre compte et transforme tous les tracés ; l'idéal serait donc un rayon lumineux (fig. 22, 23, 24).

Conséquence. — Les appareils, pour donner des résultats satisfaisants doivent être simplifiés ; et, dans ces conditions, un appareil graphique, un phonographe ou une capsule manométrique donneront toujours des résultats comparables entre eux.

Appareils présentant ces conditions. — 1° *Capsule manométrique.* — L'appareil est parcouru par de l'acétylène s'échappant sous une pression de 1 centimètre d'eau. Au-dessus se trouve une autre capsule vibrant, par l'intermédiaire d'un tambour de Marey, à l'unisson avec un diapason électrique au $\frac{1}{54}$ de seconde : c'est la flamme chronométrique (fig. 15, IV).

INFLUENCE DU TUBE

Grossissement : 10 diamètres.

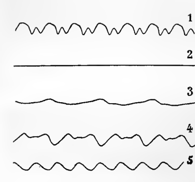


Fig. 21. — La$_3$ avec un tube de plus en plus court.

1. La$_3$ avec un tube de $0^{m},60$ de longueur.
2. » $0^{m},30$ »
3. » $0^{m},15$ »
4. » $0^{m},075$ »
5. Sans tube (870 vibrations simples).

La hauteur et le timbre du son se trouvent donc changés.

Les deux flammes sont photographiées au moyen d'un chronophotographe de Marey à mouvement continu.

2° *Appareil graphique à ressort aérien.* — L'appareil que j'ai fait construire se compose d'une membrane de caoutchouc non tendue, au centre de laquelle s'appuie la petite branche d'un levier du troisième genre, qui ne porte qu'une articulation, son point fixe (fig. 25); au-dessus de la puissance est collée une petite surface plane en papier, sur laquelle on fait arriver un courant d'air sous une pression constante (1 centimètre d'eau); cela suffit pour forcer le levier à suivre tous les mouvements de la membrane.

Je me suis assuré d'abord que le courant d'air ne modifiait en rien les résultats.

3° *Phonographes.* — L'embouchure curviligne, le tube et la chambre à air étaient supprimés (fig. 26); on ne laissait, au-dessus de la plaque vibrante, qu'un rebord de 3 à 4 centimètres de hauteur, pour empêcher les vibrations de glisser sur la surface de la plaque sans la faire vibrer.

Remarque. — Tout tracé doit être accompagné de la notion du temps; pour les appareils graphiques ordinaires ou les phonographes, on peut se contenter de noter une fois pour toutes la vitesse du cylindre sur lequel on inscrit; cependant il est préférable d'avoir, à chaque expérience, un compteur du temps.

Dans ces conditions tous les appareils doivent être comparables entre eux.

Je résume maintenant quelques-unes des expériences.

Expériences. — *Première expérience.* — *Division des voyelles.* — Si on chante les voyelles sur différentes notes, on obtient les résultats suivants :

Sur les notes voisines de ut_3 (environ quatre notes au-dessus ou au-dessous de ut_3), on a des tracés très simples, caractéristiques de chaque voyelle : c'est la voyelle parlée (fig. 27 et planche IV, page 30); aussitôt que l'on s'écarte de ces notes, les groupes disparaissaient rapidement et, dans tous les cas, ils se transforment énormément à chaque note.

La note est toujours représentée par le nombre de groupes. On peut donc diviser, comme je l'ai fait, les voyelles en voyelles parlées et voyelles chantées, les premières ayant seules des groupements caractéristiques (fig. 28, 29, 30, 31).

Donc il faut étudier d'abord ce qu'il y a de plus simple : les voyelles parlées.

INFLUENCE DU LEVIER

Grossissement : 5 diamètres.



Fig. 22. — La_3, 45 vibrations (levier, $0^m,09$ de long).
On retrouve 870 vibrations en faisant la somme des vibrations partielles.

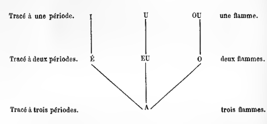


Fig. 23. — La_3, 50 vibrations (levier : $0^m,06$ de long).
On retrouve 870 vibrations en faisant la somme des vibrations partielles.
Si on annule l'influence du levier, on obtient la figure 16.

Fig. 24. — Tracé de O avec un levier donnant les vibrations propres (non grossi).
Les vibrations partielles, très visibles au microscope sur l'original, sont beaucoup moins apparentes sur le cliché.

Deuxième expérience. — Classification des voyelles parlées. — Avec les flammes manométriques on ne peut dire qu'une chose : c'est qu'il y a des voyelles à une flamme, à deux flammes et à trois flammes (page 30).

Ces résultats sont les mêmes si, au lieu de prendre une capsule manométrique, on prend, comme l'a fait Samojloff, l'oreille moyenne d'un chien et le tympan comme membrane.



Cette classification s'applique également aux tracés que j'ai obtenus avec le phonographe et avec l'appareil à pression d'air; les tracés de Schneebeli sont identiques.

Troisième expérience. — Voyelles parlées instantanées. — Je n'ai obtenu de bons tracés, dont je sois absolument sûr, qu'avec les flammes manométriques; on prononçait de suite les voyelles I, É, A; U, EU, A; OU, O, A, sans arrêt, aussi vite et aussi nettement que possible et en faisant passer à toute vitesse la feuille de papier photographique derrière l'objectif. J'indiquerai quelques résultats pour un expérimentateur.

I dure $\frac{1}{54}$ de seconde et est émis sur une note voisine de si_3;

É dure $\frac{2}{54}$ de seconde et sa note est la_3;

A dure $\frac{4}{54}$ de seconde et sa note est la_3.

Entre É et A, il n'y a pas d'intervalle appréciable, les vibrations continuent et passent du groupement à deux flammes au groupement à trois flammes, sans interruption; à la fin de A, les groupements disparaissent peu à peu, et les vibrations continuent pendant $\frac{3}{54}$ de seconde; ensuite il y a $\frac{11}{54}$ de repos.

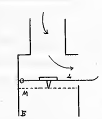


Fig. 25. — Appareil graphique dont les vibrations du levier L sont amorties ; l'embouchure, le tube et la chambre à air sont supprimés ; on laisse soit un bout de tube ME de 0m,03 de longueur en moyenne, soit un tronc de cône comme dans la figure suivante.

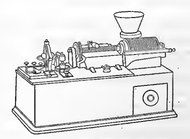


Fig. 26. — Phonographe modifié.
Le cylindre se déplace sur la vis. Ni tube ni chambre à air; embouchure en tronc de cône de hauteur très faible par rapport aux bases.

Les voyelles ont été inscrites dans l'ordre suivant ; É, A d'un groupe, I du groupe suivant.

É dure $\frac{2}{54}$ de seconde note la_3 (868)	Intervalle 0	A dure $\frac{4}{54}$ de seconde note sol_3 (756)	$\frac{3}{54}$ de seconde de vibrations sans groupements.	$\frac{11}{54}$ de seconde de repos absolu.	I dure $\frac{9}{54}$ de seconde note si_3 (972)

En tout, $\frac{29}{54}$ de seconde, un peu plus d'une demi-seconde. Ces nombres changent avec chaque voix et chaque expérimentateur.

Quatrième expérience. — Voyelles chantées. — Le groupe d'une même voyelle varie à chaque note et à chaque expérimentateur; cela tient, comme je le prouverai plus loin, à ce que la voyelle est mal émise, c'est-à-dire que la cavité buccale n'a pas la position voulue.

Les expériences que j'ai faites ont porté sur les voix d'hommes aussi bien que sur les voix de femmes (soprani) ; avec les soprani, je n'ai obtenu des groupements caractéristiques que très rarement, mais la note se retrouvait toujours exactement.

Cinquième expérience. — Vocables. — Dans toutes les expériences, la note fondamentale était représentée par le nombre de groupes, et la vocable par la somme totale des vibrations : donc d'aprés tous nos tracés, pour les voyelles à une période I, U, OU, la vocable, c'est-à-dire la note du résonnateur buccal est à l'unisson avec la note fondamentale ; pour les voyelles à deux périodes, É, EU, O, la vocable est le deuxième harmonique supérieur ; enfin pour A, voyelles à trois périodes, la vocable est le troisième harmonique supérieur.

La vocable d'une même voyelle n'est donc pas fixe, comme l'a dit Helmholtz, mais elle est essentiellement variable, et fonction de la note fondamentale.

Nous pouvons résumer en quelques lignes les résultats obtenus par les méthodes graphiques :

Résumé. — 1° Les différences considérables entre les divers expérimentateurs tiennent aux causes d'erreur que présentent les appareils ;

2° Si on supprime ces causes d'erreur, on voit que chaque voyelle a, *pour une note donnée*, un même tracé;

3° Ce tracé est une courbe périodique continue ; le nombre de périodes à la

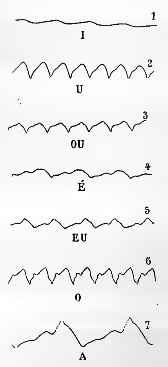


Fig. 27. — Tracé des voyelles (les causes d'erreur étant supprimées).
Grossissement : 5 diamètres.

seconde donne la note fondamentale ; la forme de la période caractérise la voyelle ;

4° Dans une même voyelle, la période change avec la note ; lorsque cette note est voisine des notes ordinaires sur lesquelles on parle, la période varie peu (à peu près une octave dont ut_3 serait le milieu) ; il n'en est pas de même lorsque la voyelle est chantée sur des notes graves ou aiguës : la période disparaît peu à peu, et on ne retrouve plus que la note laryngienne. Nous donnerons dans les applications (p. 21) l'explication de cette transformation du tracé d'une même voyelle avec la note sur laquelle elle est chantée ;

5° Pour une même voyelle parlée sur une certaine note, le meilleur tracé est évidemment le plus simple, pourvu qu'il reproduise la voyelle.

Or, si on impressionne un phonographe en supprimant les causes d'erreur (fig. 26), on trouve un tracé aussi simple que ceux qui ont été décrits plus haut et l'appareil répète la voyelle très nettement ; si on transforme le tracé en courbe on obtient les mêmes groupements que ceux qu'a donnés directement la voix naturelle (fig. 28, 29, 30, 31).

Il semble donc bien que ces tracés si simples soient les meilleurs et contiennent tous les éléments et les seuls éléments de la voyelle ; pour avoir une certitude, nous allons faire la synthèse.

Expériences de synthèse. — Si réellement, par l'analyse précédente, on a trouvé tous les éléments d'une voyelle, on doit pouvoir la reconstituer :

J'ai décomposé l'appareil vocal en ses éléments principaux : bouche, ventricules de Morgagni et larynx : je vais examiner successivement le rôle de chacun de ces éléments :

a) *Bouche* (1). — J'ai pu arriver, grâce à l'aide de mon confrère M. Roussel, à mouler l'intérieur complet de la cavité buccale, en lui conservant la forme qu'elle prend lorsqu'on prononce la voyelle (fig. 32).

Si l'on fait arriver dans ce rèsonnateur un courant d'air continu sous une pression faible (7 centimètres d'eau), on reconnaît immédiatement le timbre de la voyelle chuchotée correspondante.

De plus, on détermine la note du moulage buccal soit à l'oreille, soit, ce qui est plus précis, en faisant arriver l'air qui a traversé le résonnateur sur la membrane d'une capsule manométrique, dont on photographie la flamme suivant la méthode ordinaire. Les résultats sont les suivants :

(1) Société de Biologie, 25 novembre 1899.

VOYELLES PARLÉES ET CHANTÉES (Phonographe).

Grossissement : 5 diamètres.



Fig. 28. — É chanté.



Fig. 29. — É parlé.



Fig. 30. — A chanté.

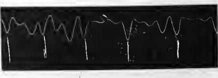
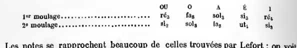


Fig. 31. — A parlé.



	OU	O	A	É	I
1er moulage...........................	ré$_3$	fa$_3$	sol$_3$	si$_3$	ré$_4$
2e moulage...........................	si$_2$	sol$_3$	la$_3$	ut$_4$	si$_3$

Les notes se rapprochent beaucoup de celles trouvées par Lefort ; on voit qu'elles ne sont pas constantes, puisqu'avec d'autres moulages, faits dans les mêmes conditions, on a obtenu des notes différentes, et cependant le courant d'air continu reproduit toujours la voyelle chuchotée. Ceci confirme le résultat énoncé par moi, à savoir que la vocable, c'est-à-dire la note produite par le résonnateur buccal, est variable pour une même voyelle et un même sujet.

En résumé, un courant d'air continu devient discontinu, en passant à travers la cavité buccale, et ce résonnateur seul suffit pour produire la voyelle chuchotée.

b) Ventricules de Morgagni (1). — D'aprés les tracés obtenus, ils ne peuvent pas, comme on l'a dit, former les voyelles; ils servent surtout à constituer le timbre spécial de chaque voix.

c) Cordes vocales inférieures (2). — Je les ai remplacées par une siréne mise en mouvement au moyen d'une courroie sans fin et d'une dynamo. Le plateau fixe était percé d'une seule fente triangulaire, représentant l'espace glottique (fig. 33 et 34); le plateau mobile était percé de fentes égales et dirigées suivant les rayons.

Pour reproduire A, il suffit d'avoir trois fentes ouvertes (fig. 35), séparées par une fente fermée, de manière à obtenir un groupement de trois vibrations: le nombre total de vibrations représente la vocable, le nombre de groupes de trois représente la note fondamentale; le tracé l'indique trés nettement: si l'on place sur le trajet de l'air vibrant qui a traversé la siréne, un des moulages en plâtre correspondant à A, la voyelle est beaucoup plus parfaite, mais il faut que la note de ce résonnateur soit à l'unisson avec la vocable, c'est-à-dire avec la somme de vibrations de la sirène; s'il n'en est pas ainsi, la voyelle est encore perçue; mais ce n'est plus le même A, et le tracé, tout en conservant ses parties fondamentales, est modifié.

Pour obtenir É et O, il faut que les fentes du plateau mobile soient réunies par groupes de deux, séparés par une fente bouchée; pour passer de É à O, on doit modifier les fentes; cette fente est très large pour O et très étroite pour

(1) *Société de biologie*, novembre 1899.
(2) Synthèse des voyelles (Institut, mars 1900).

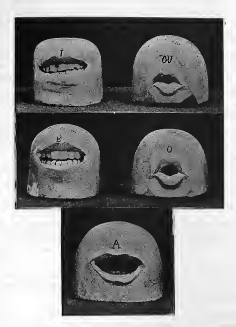


Fig. 32. — Moulages de la cavité buccale prononçant une voyelle et donnant, par courant d'air continu, la voyelle *chuchotée*.

É. Les tracés sont les mêmes qu'avec les voyelles naturelles, et les conditions sont les mêmes que pour A, c'est-à-dire que la note est représentée par le nombre de groupes et la vocable par le nombre total de vibrations.

Pour obtenir I et OU, il faut que toutes les fentes soient ouvertes sans intervalle; mais, pour passer d'une voyelle à l'autre, il faut faire varier la largeur de la fente, qui est large pour OU, étroite pour I.

Cette synthèse complète de toutes les voyelles constatée, non seulement par l'oreille, mais par leurs tracés, permet donc d'établir la théorie suivante :

Pour former une voyelle, les cordes vocales inférieures vibrent dans un plan horizontal, de manière à empêcher par leur rapprochement la sortie de l'air. S'il y a un groupe de trois vibrations, séparé par un repos du groupe suivant, on a fatalement un A, *quelle que soit la note.*

Le résonnateur buccal se met à l'unisson de la somme des vibrations et la voyelle est bien émise. Autrement dit, si A est émis sur la note *n*, il faut que le résonnateur donne le troisième harmonique de cette note ; sinon la voyelle existe encore, mais elle est modifiée. Pour É et O, il faut que les résonnateurs donnent le deuxième harmonique ; pour passer d'une voyelle à l'autre, il suffit de changer la largeur de la fente glottique.

Pour I et OU, il faut que le résonnateur soit à l'unisson de la note laryngienne ; pour passer d'une voyelle à l'autre, on doit changer l'espace glottique. Le résonnateur buccal pour OU étant sur une note basse, OU est meilleur sur les notes basses ; pour la même raison, I est meilleur sur les notes aiguës.

Tracés des voyelles synthétiques. — J'ai obtenu les tracés des voyelles synthétiques avec les flammes manométriques et avec la méthode graphique ; ces tracés sont les mêmes que ceux des voyelles naturelles.

La sirène, quand elle est seule, donne des tracés à une flamme (I, OU), à deux flammes (É, O), à trois flammes (A) (fig. 37).

Si l'on ajoute les moulages en plâtre représentant la cavité buccale (fig. 38) les groupements sont plus nets, et ils acquièrent leur perfection lorsqu'on se trouve exactement dans les conditions énoncées plus haut ; je les rappelle :

S'il n'en est pas ainsi, la voyelle est encore perçue par l'oreille, mais son tracé est profondément modifié; par exemple, si la sirène donne la voyelle A et si le plâtre correspond à la voyelle OU, on entend un A modifié (fig. 39) et on a des groupements de quatre flammes.

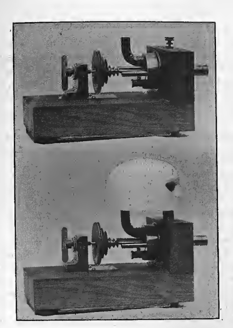


Fig. 33. — Sirène donnant : en haut, la voyelle *chantee* ;
En bas, la voyelle *parlée*, lorsque l'air vibrant traverse un moulage.

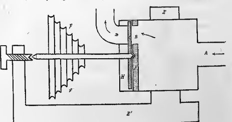


Fig. 34. — Coupe de la sirène.

A, arrivée de l'air ; BB', plateau fixe percé d'un seul orifice B ; C, plateau mobile ; D, sortie de l'air vibrant ; EE', bâtis en bois ; FF', poulies ; H, chambre à air pouvant s'enlever.

J'ai fait construire un appareil composé de cinq sirènes, marchant ensemble et donnant chacune des voyelles OU, O, A, É, I, quand on tourne le robinet correspondant à chacune d'elles. (Fig. 33.)

D'une façon générale, on peut reconnaître la voyelle émise par la sirène, quelle que soit la forme de la cavité buccale qui est au-dessus, mais la voyelle n'a plus le même tracé et ne produit pas la même impression sur l'oreille.

Ceci confirme absolument l'opinion du professeur de chant M. Lefort qui disait qu'une voyelle mal émise était une voyelle pour laquelle la bouche n'avait pas la forme voulue ; nous insisterons sur ce point dans les applications.

Autres voyelles. — Il est évident qu'il y a une infinité de voyelles différentes ; celles que nous avons étudiées, OU, O, A, É, I, ne forment qu'un cadre dans lequel les autres doivent trouver place.

Les autres voyelles dépendent des différentes formes que peuvent prendre les résonnateurs supra-laryngiens ; il est évident qu'un A laryngien émis sur la note *ré*$_3$ ne produira pas la même impression sur l'oreille, si les vibrations traversent les résonnateurs donnant la note *si* $\flat_4$ ou *si* $\flat_3$; dans le premier cas on a un tracé à trois périodes, dans le second un tracé à quatre périodes ; l'impression sur l'oreille ne doit donc pas être la même.

Quant au timbre spécial à chaque voix, il dépend probablement de la largeur de la fente glottique, de la tension des cordes vocales, de leur largeur, du volume des ventricules de Morgagni, quantités essentiellement variables, non seulement avec chaque individu, mais encore avec l'état actuel de ses muqueuses.

Définition. — *Les voyelles sont dues à une vibration aéro-laryngienne intermittente, renforcée par la cavité buccale et produisant OU, O, A, É, I, lorsque celle-ci se met à l'unisson avec la somme des vibrations ; transformée par elle et donnant naissance aux autres voyelles, lorsque cet unisson n'existe pas ; le nombre des intermittences donne la note fondamentale sur laquelle la voyelle est émise.*

Si la cavité buccale fonctionne seule, on a la voyelle chuchotée

Si le larynx fonctionne seul, on a la voyelle chantée.

Si les deux fonctionnent en même temps, on a la voyelle parlée.

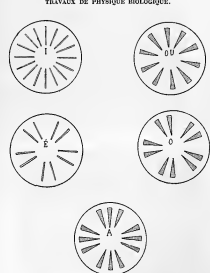


Fig. 35. — Plateaux mobiles donnant les différentes voyelles chantées.

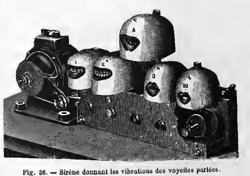


Fig. 36. — Sirène donnant les vibrations des voyelles parlées.

12. — COMMENT PARLENT LES PHONOGRAPHES (1).

Les études précédentes m'ont conduit à chercher les raisons qui modifiaient la voix reproduite par un phonographe ; j'ai donc examiné le son au point de vue de ses qualités : le timbre, la hauteur et l'intensité (1).

I

Le timbre.

J'ai étudié ce qui constitue le fondement du langage, les voyelles OU, O, A, É, I, et j'ai comparé les tracés des phonographes du commerce et les tracés que j'avais obtenus en écartant les causes d'erreur.

Par exemple, on se rappelle que la voyelle A était caractérisée par un groupe de trois flammes :

Il s'agissait maintenant de voir ce qu'était l'A du phonographe ; j'ai fait parler l'instrument devant la même capsule manométrique, et, au lieu d'un groupe de trois flammes, j'ai obtenu un groupe de cinq. Donc, la modification que l'oreille avait constatée est due à des vibrations nouvelles qui s'ajoutent aux vibrations fondamentales de la voyelle.

Il s'agit maintenant de trouver leur origine : l'une tient à l'embouchure devant laquelle on parle pour impressionner le cylindre, l'autre est due à la lame de verre.

En effet, si j'ajoute l'embouchure au tube de la capsule manométrique, j'obtiens pour A une quatrième flamme, et je fais apparaître la cinquième en remplaçant la membrane de baudruche de la capsule manométrique par la plaque de verre du phonographe.

On trouve avec les autres voyelles, des résultats analogues ; donc un phonographe parle mal, parce qu'il est mal impressionné.

Pour avoir de bon tracés, il faut parler directement devant la plaque vibrante, en supprimant tous les intermédiaires, et surtout l'embouchure.

(1) *Vie scientifique et Cosmos*, 1897. Brochure de 7 pages.

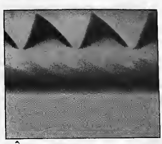


Fig. 37. — Flamme de A avec la sirène seule, note n ; groupements peu nets (voyelle chantée).

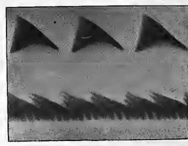


Fig. 38. — Flamme de A avec sirène sur la note n', et moulage donnant uue note *voisine* de $3n'$; groupements plus nets (voyelle assez bien parlée).

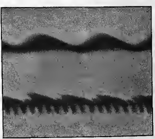


Fig. 39. — Flamme de A avec sirène donnant la note n, et moulage correspondant à la voyelle OU. (Voyelle mal parlée, tenant de A et de OU.)

II

La hauteur.

La hauteur dépend du nombre de vibrations qui se produisent pendant une seconde : pour la modifier, il suffit de faire tourner le cylindre plus ou moins vite ; un mouvement ralenti donne des notes plus graves, un mouvement accéléré des notes plus aiguës.

Dans la voix parlée, il est indispensable d'avoir sensiblement la même vitesse de rotation au moment où l'on impressionne le cylindre et au moment où la voix est reproduite.

L'appareil ne peut pas transposer, ce qu'il était facile de prévoir, si l'on se rappelle les études précédentes.

III

L'intensité.

Le cylindre doit réunir les qualités suivantes :

a) Au moment où on l'impressionne, il doit être trés malléable, de manière que la pointe inscrivante éprouve le minimum de résistance, et que l'on puisse supprimer l'embouchure et remplacer la lame de verre par une autre qui n'ait pas de son propre.

b) Il doit être trés homogène, de maniére à ne pas présenter des creux ou des bosses qui, plus tard, communiqueraient des vibrations accessoires.

c) Il doit être, au contraire, trés résistant au moment où on reproduit le son, de manière à faire appuyer fortement le style ; car c'est de cette pression, comme on va le voir, que dépend surtout l'intensité du son.

3° La plaque vibrante est la partie la plus importante. L'intensité des vibrations dépend non seulement de la surface, qui doit être assez grande, mais encore de la pression qu'exerce le levier sur la lame reproductrice; c'est ce qui explique pourquoi je disais tout à l'heure que le cylindre devait être très résistant.

Il est évident que des tubes en caoutchouc rigide sont préférables à des tubes élastiques qui absorbent une partie de la force vive des ondes sonores.

Les résonnateurs, à forme plus ou moins conique, doivent surtout avoir une qualité négative : ne pas introduire de vibrations nouvelles.

Leur but doit être de diriger le son vers un point déterminé, et c'est à peu près tout ce qu'il faut leur demander.

13. — LES PHONOGRAPHES ET L'ÉTUDE DES VOYELLES (1).

On a souvent besoin, dans les laboratoire de psychologie, de conserver aussi exactement que possible la parole des sujets en expérience.

Ce travail a pour but d'indiquer d'une façon pratique les méthodes à employer pour obtenir ce résultat : après avoir discuté les différents procédés dont on fait usage dans ces sortes de recherches, je décris les qualité d'un bon phonographe, puis le moyen de l'impressionner en supprimant les causes d'erreur.

On peut alors étudier les tracés au microscope, et les dessiner à la chambre claire, mais il vaut mieux les transformer en courbes, soit au moyen d'un levier du troisième genre, soit au moyen de la méthode de Hermann : pour cela, on fait tourner le cylindre quatre cents fois plus lentement qu'au moment de l'impression : un petit miroir plan suit toutes les sinuosités du rouleau impressionné, grâce à un système de leviers articulés : sur ce miroir tombe l'image d'une fente lumineuse horizontale qui, après réflexion, arrive sur une fente verticale derrière laquelle passe, dans une chambre noire, une bande de papier photographique, se déroulant d'un mouvement continu.

L'intersection de l'image réelle de la fente horizontale avec la fente verticale donne un point lumineux qui impressionne le papier photographique : on obtient ainsi des courbes très belles, et très exactes, lorsque le phonographe a été bien impressionné ; on a un exemple de ces tracés dans la figure 40.



Fig. 40. — Voyelle A, d'après Hermann (note mi_3).

(1) Brochure de 19 pages avec 19 figures. *Année psychologique*, 1898.

TRAVAUX SUR L'AUDITION

14. — MESURE DE L'ACUITÉ AUDITIVE (1).

Cette question est une des plus controversées de la physique biologique ; cela tient à différentes causes que nous examinerons dans ce travail.

L'audition, abstraction faite de tout phénomène psychique, est une fonction qui a pour but de faire parvenir jusqu'au nerf acoustique, en les transformant ou non, les vibrations qui ont été produites dans un milieu solide, liquide ou gazeux.

Cette fonction de l'audition s'accomplit plus ou moins bien; son degré de perfection est mesuré par l'acuité auditive.

On évalue l'acuité auditive au moyen des acoumètres, que l'on appelle encore des audiomètres.

L'acoumètre idéal serait celui qui permettrait de produire dans des conditions déterminées toutes les vibrations qui peuvent parvenir jusqu'au nerf acoustique.

Il faut donc d'abord déterminer la nature de ces vibrations.

On peut les diviser de la façon suivante :

Vibrations...	Continues....	A) Non périodiques irrégulières....	Bruits.	
		B) Périodiques régulières.......	Simples....	Diapasons à branches.
			Complexes.	Plusieurs diapasons ; instruments de musique ; diapasons à anches.
	Discontinues.	C) Périodiques régulières.......	Parole.	

Tous les acoumètres peuvent être rangés dans une de ces catégories ; les uns (A) reproduisent les bruits ; les autres (B) des vibrations musicales, les derniers (C) des vibrations de la parole.

Les instruments des deux premières catégories, A et B, n'indiquent que d'une façon très approximative la façon dont la parole est entendue; un sujet peut avoir, à l'un des acoumètres précédents, une acuité auditive assez bonne et cependant entendre la voix d'une façon plus que médiocre, c'est un gros inconvénient ; nous allons en chercher la cause.

(1) Communication à la Société française de physique, avril 1902.

C. Acoumètres reproduisant la parole.

Les vibrations de la parole sont beaucoup plus complexes que toutes les vibrations fournies par les appareils que nous venons de décrire ; en effet, l'organe vocal, le larynx, fournit des vibrations périodiques, régulières, intermittentes, qui donnent naissance aux voyelles ; mais, sur ces vibrations

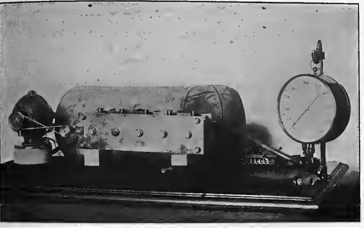


Fig. 41. — Sirène acoumètre servant à mesurer l'acuité auditive.

viennent s'en greffer d'autres, produites par la fourniture des tuyaux supra-laryngiens, pharynx, nez, bouche, etc... ce sont ces dernières vibrations qui donnent la caractéristique de chaque voix. Ces vibrations fondamentales périodiques, régulières, intermittentes des voyelles n'ont aucun rapport avec les bruits et avec les vibrations sinusoïdales des autres acoumètres ; il n'y a donc rien d'étonnant que ces instruments ne puissent pas donner des indications précises sur la façon dont la parole est perçue.

Aussi, en pratique, l'acoumètre le plus employé est-il simplement la voix de l'observateur ; c'est encore l'instrument qui donne les indications les moins inexactes.

Malheureusement, il n'y a pas deux voix comparables à cause des vibrations secondaires qui accompagnent les voyelles.

J'ai donc fait construire un appareil dans lequel j'ai supprimé les vibrations accessoires, produites par les résonnateurs supra-laryngiens, et j'ai conservé seulement les vibrations fondamentales des voyelles. C'est l'instrument (fig. 45) qui m'a permis de faire la synthèse des voyelles et que j'ai décrit plus haut (page 44).

J'ai commencé par chercher la relation existant entre la pression de l'air et l'intensité du son ; on peut admettre que, entre 0 et 200 millimètres d'eau, *l'intensité du son est proportionnelle à la pression de l'air qui traverse la sirène.*

Ceci connu, il va devenir facile de mesurer l'acuité auditive.

L'oreille à examiner est placée à une distance constante de l'appareil (0^{m},50 par exemple) et on augmente l'intensité du son de l'instrument en augmentant la pression de l'air qui y arrive; cette pression est mesurée au moyen d'un manomètre métallique, gradué en millimètres d'eau.

Le son produit sous une pression de 1 millimètre est parfaitement perçu par une oreille normale. Si la pression pour une autre oreille doit être portée à 40 millimètres pour que le son soit entendu, on pourra dire que l'acuité auditive est $\frac{1}{40}$; à 60 $\frac{1}{60}$; à 200 $\frac{1}{200}$ et ainsi de suite. Cette échelle a le grand avantage qu'elle correspond parfaitement à la façon dont la parole est perçue, ce qui est la chose importante pour les sourds.

On a donc ainsi un instrument de mesure très simple, toujours le même et qui permet de savoir ce que l'on fait, chose importante dans ces sortes de recherches.

Remarque. — Quand un malade commence à devenir sourd, généralement il observe sur lui-même les phénomènes suivants :

1° La montre, perçue normalement à une distance de 1^{m},50, n'est plus perçue qu'à une distance de plus en plus faible, jusqu'au contact ; à l'acoumètre, l'acuité auditive est devenue $\frac{1}{2}$; l'intensité des vibrations d'une montre est très faible, c'est pourquoi cet instrument indique bien au malade le début de sa surdité.

2° Lorsque l'acuité auditive, en diminuant, arrive à être comprise entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{10}$, le malade entend assez bien une conversation particulière ; mais au milieu d'une conversation générale, il perd beaucoup de mots.

3° A partir de $\frac{1}{10}$, si l'autre oreille est normale, le malade s'habitue à ne plus

écouter que de la bonne oreille, et de $\frac{1}{10}$, jusqu'à $\frac{1}{80}$ environ, nous avons différents degrés de surdité ; à partir de $\frac{1}{60}$ il faut s'approcher *très près* de l'oreille pour faire entendre les sons ; mais il n'est pas nécessaire d'élever la voix, il suffit de parler très lentement avec de bonnes vocables.

4° Entre $\frac{1}{80}$ et $\frac{1}{200}$ il faut se placer près du malade et lui parler de plus en plus fort.

5° A partir de $\frac{1}{200}$ la parole n'est plus entendue que par l'intermédiaire d'un cornet acoustique ; si par exemple l'acuité est $\frac{1}{240}$, cela veut dire que le son de la sirène produit par une pression de 40 millimètres n'est perçu que par l'intermédiaire d'un tube acoustique muni d'une membrane vibrante.

Il s'agissait de voir ce que cette sirène valait en pratique. Je l'ai mise en service depuis deux ans et j'ai eu l'occasion de mesurer à peu près deux mille acuités auditives ; voici ce que j'ai constaté :

1. — Il ne faut pas se contenter de mesurer l'acuité auditive avec une seule voyelle, A par exemple, car il arrive souvent qu'un sujet possède pour A une acuité de $\frac{1}{10}$ et que cette acuité devient $\frac{1}{100}$ pour I, $\frac{1}{30}$ pour O, $\frac{1}{50}$ pour É, etc. ; il faut donc mesurer l'acuité sur les cinq voyelles OU, O, A, É, I.

2. — Les indications de la sirène acoumètre sont parallèles à ce qu'observe le malade dans une conversation particulière, c'est-à-dire que tout changement en bien ou en mal, mesuré par la sirène, correspond absolument à ce que le sujet a observé en écoutant la parole naturelle.

3. — La sirène acoumètre sert à mesurer l'acuité auditive, non seulement pour la parole, mais encore pour les vibrations des deux premiers groupes ; en effet, les bruits et les vibrations musicales sont toujours mieux entendus que la parole ; ce qui n'a rien d'étonnant, puisque les vibrations de la parole sont les plus complexes ; cet acoumètre peut donc remplacer tous les autres.

4. — *Dans les conseils de révision, on déterminera rapidement l'acuité auditive des sourds vrais ou simulés, car un faux sourd ne pourra jamais supporter les sons les plus intenses de la sirène transmis à l'oreille par un tube acoustique muni d'une membrane vibrante.*

5. — Il est facile de représenter graphiquement les résultats obtenus en prenant comme ordonnées les acuités $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$ etc., l'acuité normale étant représentée par 1, et comme abscisses les époques où l'acuité a été mesurée.

6. — On peut construire des appareils identiques, qui seront tous comparables entre eux.

15. — RÔLE DE LA CHAINE DES OSSELETS DANS L'AUDITION (1).

L'oreille moyenne peut être considérée comme un tambour de Marey, dans lequel la membrane de caoutchouc est remplacée par le tympan, et le levier du second genre par un levier du premier genre ; mais à l'inverse de ce qui

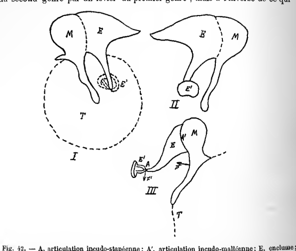


Fig. 42. — A, articulation incudo-stapéenne ; A', articulation incudo-malléenne ; E, enclume ; E', étrier ; F, muscle du marteau ; F', muscle de l'étrier ; M, marteau ; T, tympan ; I, chaine des osselets, vue extérieure ; II, chaine des osselets, vue intérieure ; III, chaine des osselets, vue latérale.

existe dans les apparcils inscripteurs, la puisssance, c'est-à-dire la vibration sonore, agit sur la grande branche du levier, le manche du marteau, de telle sorte que le déplacement de l'étrier est en moyenne les 3/4 du déplacement de l'extrémité du manche du marteau (fig. 42).

(1) Académie de médecine, février 1901.

On a admis jusqu'ici, avec Helmholtz, que les déplacements de l'étrier ne dépassaient pas $\frac{1}{10}$ de millimètre; je vais démontrer que cette quantité est beaucoup trop grande et que, sauf dans des cas absolument exceptionnels, ces déplacements sont de l'ordre du millième de millimètre.

L'expérience s'appuie sur les deux propositions suivantes :

I. *Pour des déplacements ne dépassant pas 4 à 5 millimètres, l'intensité d'un son est proportionnelle au carré des déplacements d'une membrane vibrant sous l'influence de ce son.*

II. *Toutes choses égales d'ailleurs, entre 0 et 200 millimètres d'eau (limites entre lesquelles les expériences ont été faites), l'intensité du son d'une sirène est proportionnelle à la pression de l'air qui traverse l'instrument.*

— Ceci posé, je vais chercher la valeur du déplacement de l'étrier.

On prend une sirène à voyelles et un appareil graphique, dont la masse du levier est sensiblement la même que la masse des osselets, et on obtient une courbe, celle de A par exemple, sous une pression d'air de 200 millimètres d'eau; dans une période de ce tracé on trouve des amplitudes de

1 millimètre; $0^{mm},5$; $0^{mm},25$.

Pour avoir le déplacement de la membrane, il suffit de multiplier ces nombres par le rapport des longueurs des bras de levier; on trouve

$0^{mm},1$ $0^{mm},05$; $0^{mm},025$.

dans les mêmes conditions le déplacement de l'étrier aurait été les 3/4 de ces nombres ou :

$0^{mm},075$; $0^{mm},037$; $0^{mm},018$.

Or, ce même son qui vient d'être produit sous une pression de 200 millimètres d'eau est parfaitement perçu par l'oreille sous une pression de 1/2 millimètre d'eau; donc, d'après la seconde proposition, les déplacements de l'étrier doivent être $\sqrt{400} = 20$ fois plus petits, c'est-à-dire.

$0^{mm},0036$; $0^{mm},0018$; $0^{mm},0009$ (1).

Ces unités sont sensiblement de l'ordre de celles dont se déplace la plaque d'un microphone ; ces nombres n'ont donc rien d'invraisemblable.

(1) Dans la voix parlée très intense, sous une pression moyenne de 160 millimètres d'eau, le déplacement de l'étrier serait $0^{mm},064$; $0^{mm},032$; $0^{mm},016$ (distance du tympan, 4 cent.).

Objections. — On pourrait objecter que l'appareil dont je me suis servi n'est pas comparable à l'oreille moyenne et que cet organe est beaucoup plus sensible ; je vais démontrer qu'il n'en est rien.

1) *La membrane* que j'emploie est plus mobile que le tympan, car pour une augmentation de pression de 1 millimètre d'eau, le tympan se déplace de $\frac{6}{1000}$ de millimètre, tandis que pour la même pression, la membrane de caoutchouc se déplace de $\frac{17}{100}$ de millimètre, c'est-à-dire 28 fois plus.

2) *Le levier* que j'emploie a un poids comparable à celui de la chaîne des osselets (14 centigrammes au lieu de 12) ; de plus il est soutenu par un axe vertical entre pointes et il est mobile dans un plan horizontal de manière à annuler l'action de la pesanteur, il n'adhère pas à la membrane et un petit courant d'air le force à en suivre tous les mouvements ; enfin le papier est à peine noirci, et la résistance de la plume est certainement plus faible que celle qui est opposée à l'étrier par le liquide de l'oreille interne.

Donc certains de nos appareils graphiques sont aussi sensibles que l'oreille moyenne ; ce qui fait leur infériorité, c'est que nous leur demandons des tracés de 1/2 à 1 millimètre d'amplitude, alors que le nerf acoustique se contente de déplacements de l'ordre de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{10.000}$ de millimètre.

16. — QUELQUES REMARQUES SUR LES OTOLITHES DE LA GRENOUILLE (1).

Le liquide de l'oreille interne contient, chez la grenouille et chez les animaux inférieurs, des cristaux plus ou moins volumineux, les *otolithes*; les hypothèses, ayant pour but d'indiquer l'action acoustique de ces corps solides, ne sont guère probables; et, en tout cas, elles ne sont pas appuyées sur l'expérience.

Chez la grenouille, le contenu de l'oreille interne a une apparence laiteuse, il est relativement facile d'en recueillir 1^{mgr}. J'en ai déterminé la densité, elle est 2,18 : ce chiffre est très élevé.

La composition est la suivante : c'est une dissolution de carbonate de chaux et de magnésie dans un liquide chargé d'acide carbonique.

Au contact de l'air, l'acide carbonique se dégage très rapidement, et il est facile d'en déceler la présence.

Le liquide lui-même est très volatil; au microscope, il se présente sous l'aspect d'une substance huileuse qui se condense en gouttelettes; il a été impossible d'en recueillir suffisamment pour en déterminer la nature.

D'après l'analyse faite au laboratoire de Chimie minérale de l'École de Pharmacie, les cristaux qui restent sont formés de carbonate de chaux et de très petites quantités de carbonate de magnésie; les plus volumineux d'entre eux sont de la grosseur d'un globule sanguin (32μ); les autres, 98 pour 100 à peu près, sont beaucoup plus petits, et il y en a un grand nombre qui sont à peine visibles avec un grossissement de 450 diamètres.

Ces otolithes sont solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique, et on peut les faire réapparaître par évaporation.

Le contenu de l'oreille interne est donc constitué par une dissolution de bicarbonate de chaux et de magnésie avec des cristaux en excès de carbonates insolubles; la grande densité de ce mélange en fait un admirable conducteur du son; et, somme toute, ce milieu est aussi homogène qu'un acier quel-

(1) Académie des sciences, avril 1901.

conque, comme on peut s'en convaincre en étudiant ces solides au microscope.

On peut manifester l'existence de ces cristaux chez l'animal vivant.

Pour cela, j'ai, avec l'aide de M. Comte, radiographié une grenouille vivante

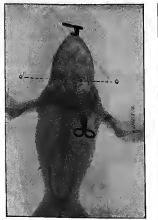



Fig. 43. — Otolithes O et O'.

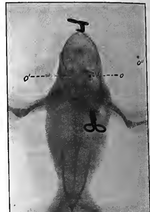


Fig. 44. — L'otolithe O' a été enlevé et placé en O''.

au laboratoire de Biologie appliquée. Le maxillaire inférieur a été rabattu sur le thorax, de manière à diminuer l'épaisseur des tissus; les taches O et O' représentent les otolithes (fig. 43); dans la figure 44, un des otolithes O' a été enlevé et placé en O'' sur la plaque.

En résumé : on se trouve en présence d'une dissolution, dans un liquide de nature indéterminée, de bicarbonate de chaux et traces de bicarbonate de magnésie avec cristaux de carbonates en excès.

17. — A PROPOS DU LIQUIDE DE L'OREILLE INTERNE CHEZ L'HOMME (1).

J'ai poursuivi ces recherches chez les oiseaux et les mammifères, mais je me suis trouvé en présence d'une difficulté nouvelle : l'impossibilité, chez les mammifères, d'avoir du liquide pur, non mélangé avec le sang. On s'explique alors pourquoi les auteurs ont prétendu que la composition du liquide de l'oreille interne se rapprochait de celle du sérum sanguin.

J'ai pris alors une méthode détournée qui est la suivante : supposons que la composition de ce liquide soit analogue chez l'homme et chez la grenouille, et que l'on fasse réagir sur lui une solution d'un sel acide de quinine, du chlorhydrate par exemple ; il se formera des chlorures de calcium et de magnésium solubles et il se déposera des cristaux de chlorhydrate de quinine : la réaction se fait très facilement sur le porte-objet du microcospe.

Le même phénomène se passe très probablement dans l'organisme, et c'est ce qui pourrait expliquer la surdité et les bourdonnements produits par les sels de quinine et certains autres médicaments donnant des réactions du même genre.

La conséquence est que pour éviter les bourdonnements dus à ce corps, il faut employer des sels qui ne puissent pas réagir chimiquement sur le liquide de l'oreille interne : du carbonate ou du bicarbonate de quinine, par exemple ; ces sels étant complètement insolubles, je me suis servi d'un composé voisin, l'éthylcarbonate de quinine ; or, il se trouve que ce produit, qui est sans action sur le liquide de l'oreille interne, donne des tintements d'oreille très atténués (2). Il y a là peut-être une simple coïncidence, mais elle m'a paru intéressante à signaler.

(1) Société de biologie, janvier 1902.
(2) On doit naturellement avoir soin de faire prendre d'abord du bicarbonate de soude, de manière à neutraliser les acides de l'estomac.

L'éthylcarbonate de quinine a pour formule.

$$CO \begin{cases} OC^{20}H^{26}Az^{2}O \\ OC^{2}H^{5} \end{cases}$$

Il a l'avantage d'être insipide, ce qui le rend très facile à administrer chez les enfants, et d'être non irritant pour l'estomac.

Je dois dire, en terminant, que ce produit est employé depuis plusieurs années à l'étranger, et que ses propriétés ont été spécialement étudiées en Allemagne par le professeur von Noorden.

TROISIÈME PARTIE

APPLICATIONS MÉDICALES

A. — Phonation.

1. — MÉTHODE DE CHANT.

Les tracés obtenus avec toutes les voyelles chantées montrent, ou une déformation très grande de la période caractéristique, ou même une disparition complète de celle-ci.

Cela s'explique par ce fait que le chanteur ne se préoccupe que de sa note laryngienne et lâche carrément la vocable, c'est-à-dire ne s'occupe pas de donner à la bouche la forme spéciale qu'elle doit avoir pour chaque note et pour chaque voyelle : il s'en suit que la diction est mauvaise.

Or, théoriquement, on peut chanter n'importe quelle voyelle sur n'importe quelle note comprise dans le registre de la voix :

Tableau indiquant la portée assignée à chaque voix.

soprano (si_2 … sol_4)
mezzo-soprano (sol_2 … mi_4)
contralto (mi_2 … ut_4)

$fa_1 \ldots la_1 \ldots ut_2 \ldots mi_2 \ldots sol_2 \ldots si_2 \ldots ré_3 \ldots fa_3 \ldots la_3 \ldots ut_4 \ldots mi_4 \ldots sol_4$

basse-taille (fa_1 … $ré_3$)
baryton (la_1 … fa_3)
ténor (ut_2 … la_3)

Pour cela il suffit de bien émettre les voyelles. Il s'en suit que pour apprendre à *bien* chanter, il faut se préoccuper autant de la cavité buccale que du larynx.

Ce sont ces principes que Lefort avait très bien appliqués dans sa méthode de chant, présentée par M. Cornu à l'Institut le 23 avril 1883. En suivant des procédés absolument différents, je suis arrivé aux mêmes conclusions que ce professeur.

2. — LA VOIX DES SOURDS-MUETS (1).

Lorsque l'on fait répéter à un sourd-muet, instruit par la méthode orale, les voyelles OU, O, A, É, I, on est surpris de l'entendre les prononcer sur des notes de plus en plus aiguës; par exemple, le mot *Roumanie* aura sa première syllabe prononcée sur une note grave, la deuxième sur une note plus aiguë et enfin la dernière sur une note encore plus élevée : les professeurs ont souvent beaucoup de peine à faire perdre cette habitude à leurs élèves.

Cela s'explique facilement si on se rappelle la théorie de la formation des voyelles que j'ai indiquée. Pour faire OU, par exemple, on fait donner à leur cavité buccale une forme déterminée, correspondant à une note grave, et ils font un OU grave; pour A, on leur fait prendre une forme type qui correspond à une note plus aiguë, et ils donnent A sur une note aiguë; de même pour I. Au contraire, un enfant normal émettra avec son larynx des A de tonalités différentes, et il donnera à sa cavité buccale, à chaque fois, une forme différente : de même pour les autres voyelles. Il faut donc développer le larynx des sourds-muets en leur apprenant à chanter quelques notes; cette méthode a été suivie à Alençon par le docteur Hamon du Fougeray et l'on a pu modifier ainsi leur timbre de voix, qui est si spécial.

B. — Surdité.

3. — UTILITÉ D'UN MASSAGE PHYSIOLOGIQUE DE L'OREILLE DANS CERTAINES FORMES DE SURDITÉ (2).

On connaît les bons résultats que peut donner le massage dans certains cas de surdité, mais je crois que jusqu'ici on ne s'est pas assez préoccupé de faire un massage approprié à l'organe auquel il s'applique.

(1) Note à l'Académie de médecine, 5 avril 1898.
(2) Société de biologie, janvier 1897.

Les méthodes que l'on emploie donnent naissance à des vibrations, qui ne rappellent que de fort loin les vibrations que l'oreille est destinée physiologiquement à recevoir, et un de leurs effets, assez fréquent, est de congestionner l'organe auditif, quand elles ne font pas naître des bruits et des bourdonnements souvent fort pénibles pour le malade.

J'ai donc pensé qu'il fallait d'abord chercher scientifiquement un instrument laissant constante une des quantités du son, le *timbre*, et permettant de faire varier les deux autres : l'*intensité* et la *hauteur*.

L'appareil que j'ai fait construire se compose d'une petite caisse cylindrique en ébonite, contenant une membrane vibrant sous l'influence de la parole, sans donner de son propre ; l'embouchure est disposée de manière à n'introduire aucun harmonique, donc *le timbre n'est pas altéré* (fig. 13, page 26).

Pour faire varier l'intensité du son, il suffit d'employer des tubes conducteurs en caoutchouc plus ou moins élastique : si les parois sont minces, une partie de la force vive est absorbée, et les vibrations sont peu intenses ; au contraire, des parois rigides transmettent au tympan le son dans toute son intégrité.

La hauteur se modifie d'une façon très simple. J'ai démontré, dans un travail précédent, que dans toute voyelle parlée il y avait deux vibrations : la note et la vocable.

Prenons par exemple trois voyelles : OU, O, A parlées sur la note n.

Pour OU, la vocable est n ; pour O, la vocable est $2\,n$; et pour A, la vocable est $3\,n$; on peut donc, en prononçant devant l'embouchure une de ces voyelles, avoir des vibrations qui sont dans le rapport 1, 2 et 3.

Je me sers de cet instrument depuis seize mois et jamais je n'ai constaté d'inconvénient.

La surdité due à l'otite scléreuse, lorsque la montre est encore perçue, semble entravée dans sa marche, et souvent j'ai obtenu une amélioration notable et continue jusqu'ici.

Dans les cas de surdité complète, aussi bien pour la montre que pour le diapason et la parole, l'appareil peut servir de cornet acoustique ; l'usage prolongé de cet instrument ne fatigue pas, mais je n'ai pas noté d'amélioration sensible ; il est vrai que les malades de cette catégorie ne sont en traitement que depuis un temps assez court.

Cette méthode m'a rendu également des services dans les cas de surdité due à d'anciens écoulements, avec brides fibreuses et tympan perforé ou non.

Il serait intéressant de savoir si ce massage peut avoir de bons effets chez les sourds-muets, mais ce sont là des expériences que je n'ai pas entreprises depuis un temps assez long pour en parler ici.

4. — TRAITEMENT SCIENTIFIQUE DE LA SURDITÉ (1).

J'ai poursuivi pendant quatre ans les recherches précédentes, et en m'appuyant sur le même principe, j'ai été conduit à faire agir sur l'oreille, non plus la voix naturelle, mais les vibrations fondamentales des voyelles reproduites par une sirène.

Je publie ici 33 observations de surdité traitées par ce procédé ; je ne cite que les observations de malades dont l'acuité auditive a été déterminée avec la sirène acoumètre décrite page 57 ; tous les autres cas (plus d'une centaine), qui n'ont pu être mesurés que par les procédés habituels, montre, diapason, voix haute ou chuchotée, ne présentent pas une rigueur suffisante. Il ne suffit pas en effet qu'un malade écrive : « J'entendais la montre au contact maintenant je l'entends à dix centimètres », ou bien : « Je ne pouvais plus ausculter mes malades, et maintenant je distingue les râles les moins sonores » ; il faut pouvoir dire : l'acuité auditive d'un malade au début était $\frac{1}{n}$, à la fin du traitement elle est $\frac{1}{n'}$, $n' < n$. C'est la seule façon d'avoir des mensurations précises et indiscutables.

Principe du traitement.

On avait cru jusqu'ici que le déplacement de l'étrier était de l'ordre du dixième de millimètre; par conséquent les masseurs que l'on employait avaient pour but de donner des déplacement supérieurs à ce chiffre.

Or, dans une note à l'Académie de médecine j'ai démontré que les déplacements de l'étrier étaient de l'ordre du $\frac{1}{1000}$ de millimètre ; par conséquent, il n'y avait rien d'étonnant à ce que les effets fussent plutôt médiocres, puisque le massage pouvait produire des lésions nouvelles en imprimant des déplacements trop considérables à la chaîne des osselets.

(1) Note à l'Académie des sciences, et à l'Académie de médecine (novembre 1901).

Le nouvel appareil a donc pour but d'imprimer à l'étrier des déplacements du même ordre que ceux de la parole, en faisant agir des vibrations connues et mesurées exactement.

Traitement.

La sirène qui a permis de mesurer l'acuité auditive, comme nous venons de le voir, va nous servir à faire le traitement; les vibrations qu'elle donne peuvent avoir une tonalité quelconque (il suffit de faire tourner la sirène de plus en plus vite) et une intensité quelconque (il suffit d'augmenter la pression de l'air qui passe à travers l'appareil) (fig. 41, page 57).

On fait arriver l'air vibrant sur une membrane de caoutchouc mince et non tendue; cette membrane transmet toutes les vibrations sans introduire ni supprimer aucun harmonique; un tube de caoutchouc à parois épaisses les transmet alors au tympan ; une des extrémités du tube de caoutchouc pénètre dans le conduit auditif externe, l'autre extrémité est fermée par la membrane qui vibre sous l'influence de la sirène; on a donc un appareil de massage qui reproduit sur le tympan, avec une intensité graduée, les vibrations fondamentales de la parole; on peut à volonté prendre comme source les vibrations d'une des voyelles fondamentales OU, O, A, É, I et expérimenter l'action de chacune de ces vibrations sur l'oreille à l'état physiologique et à l'état pathologique.

La *durée* d'un massage est en moyenne cinq minutes; la pression ne doit pas dépasser 20 millimètres, sauf dans des cas exceptionnels.

Le *nombre* des massages varie avec chaque malade, mais on doit avoir une amélioration dès la sixième séance.

Conclusions.

1) En aucun cas, ce massage n'augmente la surdité ou ne donne naissance à des bourdonnements; *il n'est jamais douloureux*;

2) Les variations de l'acuité auditive sont mathématiquement mesurées à l'acoumètre; ces variations sont parallèles à celles que le malade observe lui-même dans la conversation;

3) Si les bourdonnements sont dus à une lésion de l'oreille moyenne, ils diminuent dès les premières séances, et, souvent, ils finissent par disparaître complètement;

4) Chez certains malades, alors même que la surdité est très prononcée, l'acuité auditive peut être ramenée à la normale;

5) Ce procédé donne des résultats très bons dans des cas où toutes les méthodes avaient échoué.

6) D'après des observations suivies depuis quatre ans, il semble que l'otite scléreuse, en voie d'évolution, puisse être entravée dans sa marche.

Les observations sont résumées dans les deux graphiques suivants :

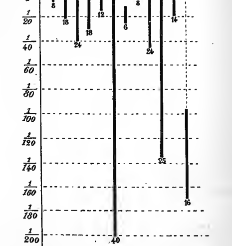
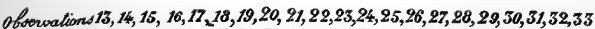


Fig. 45. — Graphique de la 1re série d'observations. (Surdité due à d'anciennes otorrhées).

Les ordonnées représentent les acuités auditives $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{40}$, etc. ; les abscisses, les numéros des observations, au-dessous l'âge des malades ; au bas de la ligne pleine, le chiffre indique le nombre des séances : par exemple, la malade 6 avait au début une acuité auditive de $\frac{1}{200}$, et à la fin du traitement $\frac{1}{2}$, son âge était vingt-cinq ans, et il y a eu 40 séances.



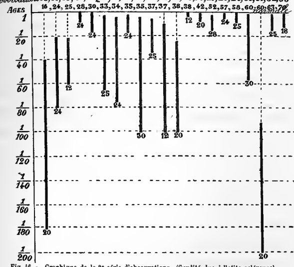


Fig. 46. — Graphique de la 2e série d'observations. (Surdité due à l'otite scléreuse). Les notations sont les mêmes que pour le graphique précédent.

C. — Surdi-mutité.

5 et 6. — TRAITEMENT DE LA SURDI-MUTITÉ (1).

En 1898, j'avais publié une note (2) indiquant le procédé que l'on devait suivre pour développer l'acuité auditive des sourds-muets : la méthode était basée sur les expériences qui m'avaient permis de faire l'analyse des vibrations que l'oreille est destinée à recevoir :

Je conseillais aux professeurs d'aller du simple au composé et de faire entendre d'abord des instruments de musique, puis les vocables des voyelles, enfin les voyelles elles-mêmes.

(1) Brochure de 14 pages (1902).
(2) Note à l'Académie de médecine, 1898 Exercices acoustiques chez les sourds-muets).

Le Dr Jousset de Lille a publié en 1900 les résultats qu'il a obtenus en suivant ce procédé.

Lorsque j'ai pu faire la synthèse des voyelles, j'ai pensé à faire suivre aux sourds-muets le traitement que j'employais avec les malades atteints de de surdité acquise.

J'indique la technique suivie pour les sourds-muets; les résultats que j'ai obtenus sont suffisants pour permettre de fixer la méthode à employer :

1° Au moyen de la sirène, on commence par déterminer exactement l'acuité auditive du sourd-muet; bien que plusieurs de mes sujets fussent regardés comme des sourds complets, car ils n'entendaient absolument rien dans la vie habituelle, j'ai pu arriver à trouver certaines voyelles artificielles capables d'impressionner l'oreille.

2° Chaque jour, on fait entendre pendant cinq minutes, à chaque oreille, une des voyelles artificielles, en ayant soin de commencer par la voyelle qui, à l'acoumètre, est entendue sous la pression la plus faible; non seulement la sensation éprouvée par le sourd-muet n'est pas douloureuse, mais encore il ressent un véritable plaisir et il attend avec impatience la séance quotidienne.

3° Dans les établissements, pour ne pas modifier le règlement, le traitement peut être fait pendant la récréation de midi et demi : deux élèves viennent ensemble dans la salle, le premier fait son exercice, et, au bout de dix minutes, il va chercher le troisième pendant que le second le remplace; il n'y a ainsi aucun changement appréciable dans le régime intérieur de la maison.

4° Les séances sont faites tous les jours et on mesure l'acuité auditive chaque semaine, de manière qu'il est facile de suivre les progrès du malade et de voir sur quelle voyelle il faut insister.

5° Lorsque l'acuité auditive est remontée au-dessus de $\frac{1}{200}$, d'après l'échelle que j'ai indiquée, on fait répéter à l'élève, avec sa tonalité, la voyelle artificielle qu'il vient d'entendre ; avec certains sourds-muets, il faut parfois beaucoup de temps pour arriver à leur faire comprendre ce que c'est que répéter ce qu'ils entendent; pour eux, il semble qu'il n'y ait aucun lien entre le centre auditif et le centre du langage; et même, avec un sujet, absolument inintelligent il est vrai, je n'ai jamais pu y arriver (observation 5) et j'ai dû y renoncer.

6° Lorsque l'acuité auditive est comprise entre $\frac{1}{60}$ et $\frac{1}{20}$, on commence à faire entendre, à la voix nue, les voyelles naturelles, en ayant bien soin d'interposer, entre la bouche du parleur et l'oreille de l'auditeur, un mouchoir ou une membrane de caoutchouc pour empêcher le souffle d'arriver au contact de l'épiderme; autrement le sourd-muet distinguerait très vite les voyelles d'après la sensation que le courant d'air buccal lui fait éprouver, et l'on serait induit en erreur.

7° Lorsque les voyelles naturelles OU, O, A, É, I seront ainsi nettement entendues à la voix nue et répétées par le sourd-muet avec leur tonalité, il faudra lui apprendre à entendre et à répéter, comme on le fait à un enfant, en suivant l'ordre et les règles indiquées par le Dr Jousset, de Lille.

8° Le sourd-muet devra en même temps apprendre à entendre sa propre voix soit au moyen du Cornet Masseur, soit avec sa main servant de porte-voix; il se récitera ainsi à lui-même ses leçons, ce qui sera un excellent exercice.

9° Les exercices avec la sirène devront durer quarante séances en moyenne; si au bout de ce temps on n'a obtenu aucun résultat (ce qui ne m'est jamais arrivé du reste), il semble inutile de continuer; si au contraire l'acuité auditive continue à s'améliorer, il est préférable de ne pas cesser le traitement.

10° Les résultats se maintiennent, même quand on cesse les exercices acoustiques avec la sirène, à condition que l'on fasse fonctionner l'oreille à la voix nue ou avec des instruments de musique; car il ne faut pas oublier que : plus on entend, mieux on entend.

11° Si le sujet est absolument nintelligent, les résultats seront médiocres, en ce sens qu'il pourra manifester par des gestes sa joie d'entendre, mais qu'on n'arrivera probablement pas à lui faire comprendre ce qu'il entend et à le lui faire répéter.

Conclusions. — Cette méthode d'exercices acoustiques est absolument sans danger; elle procure aux sourds-muets un véritable plaisir et elle les rend aptes à faire des exercices acoustiques à la voix nue; le règlement intérieur des instituts n'en est nullement modifié; enfin l'acuité auditive étant exactement mesurée par la sirène acoumètre, il est impossible de se laisser induire en erreur par le sujet.

Le médecin doit seul avoir la direction de ce traitement, car il est seul capable de diagnostiquer si l'oreille est atteinte d'une affection, otorrhée ou autre, qui serait une contre-indication.

Les résultats obtenus ont été réunis dans le graphique suivant :

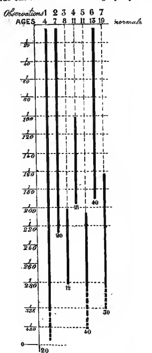


Fig. 47. — Graphique des observations.

Les ordonnées représentent les acuités auditives $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{40}$, etc. ; les abscisses, les numéros des observations, au-dessous l'âge des malades ; au bas de la ligne pleine, le chiffre indique le nombre des séances : par exemple, le malade 6 avait au début une acuité auditive de $\frac{1}{190}$, et à la fin du traitement $\frac{1}{5}$, son âge était treize ans, et il y a eu 40 séances.

Au-dessous de $\frac{1}{200}$, la parole n'est entendue que par l'intermédiaire d'un cornet acoustique. Les malades 3 et 4 ont suivi un nombre de séances beaucoup trop faible.

D. — Autres publications.

(7). — TRAITEMENT DE LA DIPHTÉRIE (1)

Ce travail a paru six mois avant la communication du Dr Roux : il est donc devenu rapidement inutile.

A cette époque, on employait beaucoup le traitement de M. Gaucher : les statistiques étaient excellentes, mais ce procédé était difficile à employer : il fallait, toutes les deux heures, enlever à sec les fausses membranes ; or celles-ci sont très adhérentes, et l'on risquait d'ouvrir de nouvelles voies à l'infection ; j'avais donc modifié ce traitement en touchant les membranes avec une solution de papaïne, ce qui permettait, au bout de quelques minutes, de les enlever avec la plus grande facilité. En résumé :

Méthode du Dr Gaucher.	Modification.
1° Enlever les fausses membranes à sec.	1° Toucher *doucement* les fausses membranes avec la *papaïne* qui les dissout.
2° Toucher les muqueuses avec le collutoire phéniqué.	2° Grand lavage antiseptique faible, pour enlever les fausses membranes.
3° Grand lavage antiseptique.	3° Toucher légèrement la muqueuse avec un collutoire antiseptique coagulant la fibrine et les albuminoïdes.

8. — RÔLE DE L'ARTHRITISME DANS LA PHARYNGITE GRANULEUSE.

La pharyngite granuleuse est une affection qui récidive souvent après le traitement. Quelle que soit la méthode que l'on ait employée pour modifier la muqueuse, il arrive que six mois ou un an après, la toux recommence accompagnée ou non de petits crachats grisâtres, le timbre de la voix se modifie, la muqueuse est congestionnée, des varicosités apparaissent sur la paroi postérieure du pharynx et parfois les crachats sont sanguinolents.

L'analyse complète de l'urine explique immédiatement ces récidives.

En effet, les malades présentent tous une hyperacidité souvent considérable;

(1) Brochure de 36 pages.

si on prend le rapport à la normale représentée par 100, on obtient des nombres qui varient entre 200 et 450. Les autres éléments sont toujours en diminution ; le chlore seul, dans certains cas, est supérieur à la normale et tend à augmenter.

A l'examen histologique, on trouve très souvent de l'oxalate de chaux, seul ou accompagné d'acide urique ; il existe également des cellules épithéliales pavimenteuses et parfois des débris de cylindres épithéliaux rénaux.

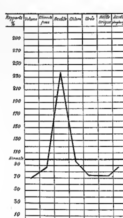


Fig. 48. — Graphique de l'urine des malades atteints de pharyngite granuleuse.

J'ai réuni trente observations de pharyngite granuleuse avec analyse complète de l'urine ; toutes les courbes sont semblables entre elles et si on prend la moyenne des ordonnées on obtient le tracé ci-joint, qui montre clairement les résultats que je viens d'énoncer.

On se trouve donc en présence d'une diathèse par hyperacidité organique, et la pharyngite n'est qu'une manifestation locale d'un état général : l'arthritisme.

La pharyngite se produit parce qu'il y a diminution générale des sécrétions muqueuses par suite de leur acidité ; la mucine, précipitée par cette acidité, obture les follicules muqueux, ce qui les empêche de fonctionner. Il s'en suit également que la sécrétion gastrique est modifiée ; il y a augmentation de l'acidité du suc gastrique et par suite augmentation de l'appétit ; aussi les malades refusent-ils énergiquement de changer leur régime alimentaire, d'autant plus qu'ils digèrent bien et avec plaisir, jusqu'au jour où apparaîtra une dyspepsie qui sera, comme le tracé permet de le prévoir, hypochlorydrique et catarrhale.

9. — TRAITEMENT MÉDICAL DES VÉGÉTATIONS ADÉNOÏDES.

L'opération des végétations adénoïdes, quel que soit l'instrument employé, n'est pas sans danger ; des accidents mortels ont été signalés par Sandfort,

Mayo-Collier, Lennox Brown; de plus il se produit une hémorrhagie, souvent abondante, quelquefois inquiétante.

Dans certains cas, malgré des symptômes alarmants, l'opération doit être ajournée soit à cause d'une maladie concomitante, soit à cause de l'hémophilie, ou par suite de la pusillanimité des parents et des malades.

Ces raisons m'ont conduit à chercher une méthode curative, médicale et sans danger.

Les résultats obtenus ont été assez satisfaisants pour me permettre, au mois de juin 1891, de déposer à l'Académie de médecine un pli cacheté, contenant la description de cette nouvelle méthode, et de lire sur ce sujet, une note à la séance du 2 avril 1895.

Je me sers d'une solution aqueuse à 100 p. 100 de résorcine (1). Du coton hydrophile, monté sur un porte-caustique de courbure convenable, est imbibé de cette solution, et je vais toucher fortement les végétations en passant derrière le voile du palais; ou bien je fais rétracter les cornets avec une solution de cocaïne, et je suis la voie nasale pour pénétrer dans le pharynx : les parties touchées se recouvrent d'une couche blanchâtre.

La douleur est nulle, et dès la deuxième séance, l'enfant se laisse traiter sans

(1) La résorcine appartient à la serie aromatique ; toue les corps qui en font partie dérivent de la benzine par substitution et tous peuvent la régénérer.

On a divisé ces substances en plusieurs groupes suivant qu'une ou plusieurs molécules de benzine concourent à leur formation.

Il existe une série de dérivés monosubstitués de la benzine et trois séries isomériques de produits bisubstitués : on les a désignées soue les noms de série ortho, méta et para.

La résorcine appartient à la série méta.

On part de la dinitrobenzine que l'on prend comme premier terme et qui s'appelle métadinitrobenzine; elle engendre les dérivés au moyen de réactions identiques à celles des autres séries.

La résorcine est la métadihydroxybenzine : elle se forme aux dépens du métamidophénol en vertu d'une réaction semblable à celle qui fournit l'hydroquinone (employé en photographie) en partant du paramidophénol.

$$C^6H^4 \begin{cases} OH \\ OH \end{cases} = C^6H^6O^2$$

Pour fixer les deux groupes de OH, Wurster et Nölting ont transformé successivement la benzine métabromonitrée en métabromaniline, nitrate de métabromodiazobenzol et métabromophénol, qu'ils ont fondu ensuite avec de la potasse.

C'est un corps solide, blanc, cristallisant dans la forme orthorhombique, fondant à 110° et entrant en ébullition à 270° ; très soluble dans l'eau qui à 0° en dissout 86 parties et 147 à 12° ; soluble également dane l'alcool et dans l'éther; insoluble dans le chloroforme.

Elle se colore peu à peu au contact de la lumière.

C'est un antiseptique excellent, sans odeur et bien moins caustique que l'acide phénique ; la solution à 4 p. 100 peut servir de gargarisme; la solution à 100 pour 100, dont nous nous servons, est un astringent énergique.

protestation ; la réaction inflammatoire n'existe pas; le malade peut manger ou boire immédiatement après, et il n'y a pas de précautions spéciales à prendre.

En dix à douze séances en moyenne, faites tous les jours, ou tous les deux jours, les végétations diminuent beaucoup de volume, et les symptômes disparaissent.

Avec le traitement médical, on n'a pas à craindre les récidives, qui sont si fréquentes après l'opération. Ce n'est pas une simple inflammation de la végétation que l'on guérit par ce procédé; s'il en était ainsi, il y aurait des rechutes, et ces rechutes ne se produisent pas.

Cette méthode, exempte de tout danger, me semble donc devoir rendre de grands services, *soit lorsque le médecin ne veut pas faire l'opération, soit lorsque celle-ci est impossible ou dangereuse* ; de plus elle est applicable quelque jeune que soit l'enfant.

Les malades atteints de tumeurs adénoïdes peuvent se diviser en trois classes :

1° Ceux qui ont des tumeurs dures et très volumineuses ; ils présentent généralement des complications très sérieuses soit du côté de la respiration et du développement, soit du côté de l'audition; ceux-là doivent être traités sans retard ; l'ablation a rendu et rendra encore de grands services, quel que soit l'instrument employé. Cette classe forme à peine 8 p. 100 des malades que l'on rencontre en clientèle. Mais si l'on ne veut pas s'exposer à être obligé de refaire l'opération plusieurs fois, il faut après l'ablation instituer le traitement à la résorcine; c'est le seul moyen de rendre inerte le tissu lymphoïde qui échappe toujours à une intervention chirurgicale, si bien faite qu'elle soit.

2° Dans la deuxième classe nous rangerons les malades chez lesquels, les végétations sont molles, et saignent facilement sous la pression du doigt; il y a un arrêt du développement, une surdité plus ou moins persistante, et une inaptitude au travail plus ou moins complète; ceux-là guérissent très bien par le traitement médical; le nombre des séances varie avec chaque sujet, mais il dépasse rarement quinze.

3° Enfin la troisième classe comprend les malades qui, avec des végétations peu développées, présentent en général les seuls symptômes suivants : surdité intermittente, bouche entr'ouverte, ronflements nocturnes; on peut alors soit se contenter de surveiller le malade pour parer aux complications possibles, soit employer la résorcine qui fait disparaître tous les symptômes en dix à douze séances.

Les malades d'hôpital sont presque tous compris dans la première catégorie, parce que ce sont les seuls qui vont à la consultation ; les parents n'ont pas le temps de s'occuper de savoir si leurs enfants sont plus ou moins sourds, ronflent plus ou moins, ou présentent d'autres anomalies auxquelles le médecin attache, et avec raison, une grande importance.

En résumé, *et nous insistons absolument sur ce point,* nous ne disons pas : *on ne doit plus opérer les végétations adénoïdes*; *mais* nous disons et nous prouvons *que, dans beaucoup de cas, on peut guérir le malade par le traitement médical.*

10. — QUAND ET COMMENT TRAITER LES AMYGDALES HYPERTROPHIÉES ?

Il n'y a pas *un* traitement de l'hypertrophie des amygdales, il y en a *beaucoup*; c'est au chirurgien à savoir choisir : que la méthode soit lente, demi-lente ou rapide, peu importe, le meilleur procédé sera celui qui donnera le meilleur résultat.

En tout cas, il ne faut jamais perdre de vue la considération suivante :

Il est excessivement rare que l'hypertrophie seule des amygdales mette la vie des malades en danger, de manière à exiger une intervention d'urgence.

Donc il faut toujours se placer dans des conditions telles que l'on n'ait jamais à craindre une issue fatale.

La première conséquence, c'est de supprimer complètement tout anesthésique, quel qu'il soit, à moins qu'on ne se trouve dans des conditions exceptionnelles.

La deuxième, c'est d'employer des méthodes différentes suivant les malades : tel procédé, parfait chez l'enfant, est dangereux chez l'adulte; tel autre, applicable chez un malade docile, est impossible chez un enfant qui se débat.

De plus, dans le choix de la méthode il ne faut pas oublier que, si tous les malades atteints d'hypertrophie des amygdales, accompagnée ou non de tumeurs adénoïdes, ne sont pas des tuberculeux, ils sont au moins aptes à le devenir; et puisqu'ils sont plus ou moins en état de réceptivité, il faut agir sans ouvrir de porte à l'infection bacillaire.

Or les amygdales gênent dans deux cas : ou parce que leur volume est tel qu'elles nuisent au malade par leur présence seule, ou parce qu'elles sont

sujettes à des inflammations fréquentes, tout en étant faiblement hypertrophiées.

Donc dans ces cas il faut intervenir.

Je m'occuperai ici du cas où l'opération est indiquée :

L'appareil que je vais décrire permet d'enlever une amygdale sans provoquer d'hémorrhagie.

Description.

Pour qu'un serre-nœud électrique ordinaire soit utile, il faut d'abord serrer l'anse à froid de manière à produire l'hémostase, puis faire passer le courant par intermittences, en continuant à maintenir le fil serré au maximum. En pratique cette double opération est difficile.

Dans ce nouvel appareil (fig. 49) le fil du serre-nœud est mis en mouvement par un mécanisme d'horlogerie placé dans le manche de l'instrument ; en appuyant sur le bouton A, le fil se serre d'une façon continue et constante et on ne fait passer le courant, en appuyant sur le bouton B, qu'à l'instant où, le mouvement s'arrêtant, l'hémostase est complète : aussitôt le mouvement recommence ; lorsqu'il s'arrête, de nouveau on fait passer le courant et ainsi de suite.

C'est, en résumé, un écraseur électrique pouvant servir dans tous les cas où on employait le serre-nœud ordinaire.

Les intermittences sont produites soit en appuyant sur le bouton B, soit en serrant la vis C et en interposant dans le circuit un interrupteur à pédale.

Il suffit d'un courant de 2 à 3 volts, pouvant donner de 8 à 12 ampères ; on emploiera soit le courant de la ville transformé, soit une pile au bichromate, soit des accumulateurs.

Le rhéostat sera, au début de l'opération, à une résistance moyenne, le fil devant être au rouge dans l'air. Si l'opération marche normalement, on n'y touche pas, les interruptions rapides suffisant à maintenir le rouge sombre ; mais si, par hasard, l'opérateur se trouve en présence d'un obstacle imprévu forçant de suite à interrompre, le rhéostat est mis au minimum de résistance, le fil se coupe et le serre-nœud est retiré sans effort.

Pour se servir de l'appareil comme amygdalotome (fig. 50), on met à l'extrémité du porte-fil un anneau mobile de diamètre variable qui soutiendra l'anse quand on chargera l'amygdale ; une fourche placée en dedans pique la partie

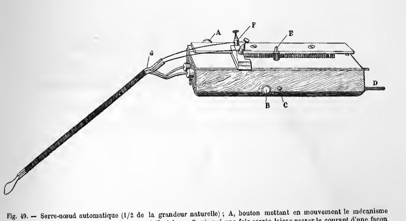


Fig. 49. — Serre-nœud automatique (1/2 de la grandeur naturelle) ; A, bouton mettant en mouvement le mécanisme d'horlogerie; B, bouton faisant passer le courant électrique; C, vis qui une fois serrée laisse passer le courant d'une façon continue; D, point de départ des fils allant à la source d'électricité ; E, pivot servant à remonter au moyen de la clef (fig. 52) le mécanisme d'horlogerie ; F chariot isolé entraînant l'anse en fil de fer; G, tubes creux isolés traversés par le courant.

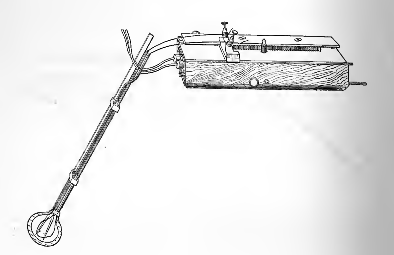


Fig 50. — Serre-nœud transformé en amygdalotome (1/2 de la grandeur naturelle).

enlevée ; pour l'autre amygdale, il suffit de retourner le porte-fil de manière que la partie supérieure devienne la partie inférieure.

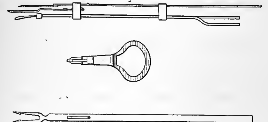


Fig. 51. — Cette figure montre : en bas, la fourche servant à retenir la partie coupée ; au milieu, l'anneau mobile qui soutient l'anse ; en haut, le porte-fil, l'anneau et la fourche dans leurs positions respectives (1/2 de la grandeur naturelle).

Il peut cependant arriver que le fil du serre-nœud ait été chauffé au rouge



Fig. 52. — Clef servant à remonter l'appareil et à serrer les vis (1/2 de la grandeur naturelle)

vif, que l'escarre soit volatilisée, et qu'il y ait une hémorrhagie : dans ce cas, on emploiera la pince que nous allons décrire :



Fig. 53. — Pince pour arrêter l'hémorragie de la région amygdalienne. (1/2 de la grandeur naturelle).

Elle se compose de deux branches, recourbées à l'une des extrémités, et rentrant l'une dans l'autre. On tient l'appareil par le manche, et, en poussant sur la tige intérieure, on diminue l'espacement des deux mors. Lorsque l'hémostase est complète, on enlève le manche en pressant sur le bouton, et la pince reste en place.

Les mors ont des formes et des grandeurs variables, suivant la partie que l'on veut saisir.

Pour enlever la pince, il suffit d'appuyer sur le ressort fixé à la partie inférieure de la tige extérieure.

Grâce à cet appareil, on peut arrêter instantanément tout écoulement de sang.
